



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE CINCO DOSIS DE ROCA  
FOSFÓRICA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE  
REPOLLO (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*) EN SUELOS  
ÁCIDOS DEL FUNDO AUCALOMA DE LA UNSM – LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR**

**Bach. ROSA MILI SANDOVAL SUCLUPE**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
**ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS**

**TESIS**

**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE CINCO DOSIS DE ROCA  
FOSFÓRICA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE  
REPOLLO (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*) EN SUELOS  
ÁCIDOS DEL FUNDO AUCALOMA DE LA UNSM – LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

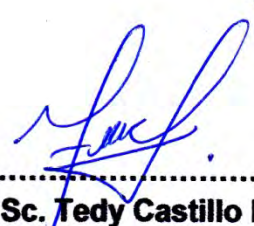
**PRESENTADO POR  
Bach. ROSA MILI SANDOVAL SUCLUPE**




.....  
**Ing. M. Sc. César E. Chappa Santa María**  
**Presidente del Jurado**



.....  
**Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna**  
**Secretario del Jurado**



.....  
**Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz**  
**Miembro del Jurado**



.....  
**Ing. Eybis José Flores García**  
**Asesor**

## ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	2
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
3.1. Generalidades del cultivo	3
3.1.1. Importancia	3
3.1.2. Origen	4
3.2. Clasificación taxonómica	4
3.3. Descripción botánica	5
3.3.1. Sistema radicular	5
3.3.2. Tallos, hojas y formación de cabezas	5
3.3.3. Flores, frutos y semillas	6
3.4. Fenología	7
3.4.1. Fase vegetativa	7
3.4.2. Fase reproductiva	8
3.5. Características de la variedad corazón de buey	9
3.6. Requerimientos edáficos y climáticos	9
3.6.1. Clima	9
3.6.2. Suelo y abono	9
3.7. Fertilización	10
3.8. Fertilización con roca fosfórica	11
3.9. Control de malezas	12
3.10. Plagas y enfermedades del cultivo	13
3.11. Evaluación de plagas y enfermedades	17

3.12. Cosecha	19
3.13. Forma de cosecha	19
3.14. Evaluaciones que se realizan en el cultivo	19
3.15. Generalidades de suelos ácidos y roca fosfórica	20
3.15.1. Suelos ácidos	20
3.15.2. Fijación de fósforo en suelos ácidos	20
3.15.3. Referencias sobre el humus de lombriz y la Roca Fosfórica como abonos orgánico y mineral.	21
1. Humus de lombriz	21
2. Roca Fosfórica de Bayovar	23
3. El fósforo en la planta	25
3.15.4. Experiencias sobre uso de abonos orgánicos y Roca Fosfórica en suelos ácidos.	26
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	28
4.1. Ubicación del campo experimental	28
4.2. Historia del campo experimental	28
4.3. Condiciones climáticas	29
4.4. Componentes a estudiar	30
4.5. Diseño experimental y tratamientos	30
4.6. Características del campo experimental	31
4.7. Conducción del experimento	32
4.7.1. Instalación de parcelas	32
a. Preparación del terreno	32
b. Muestreo y análisis de suelo	33
c. Trazado del campo experimental	34
d. Almácigo	34

e. Preparación de hoyos para la siembra	36
f. Siembra en campo definitivo	36
g. Replante	37
4.7.2. Labores culturales	37
a. Fertilización	37
b. Control de malezas	39
c. Riego	39
d. Control fitosanitario	39
e. Cosecha	40
4.8. Parámetros evaluados	41
a. Porcentaje de prendimiento en campo	41
b. Altura de planta	41
c. Enfermedades	42
d. Número de hojas por planta	43
e. Diámetro de cabeza	43
f. Peso del fruto	44
g. Rendimiento	44
<b>V. RESULTADOS</b>	45
5.1. Porcentaje de prendimiento en campo definitivo	45
5.2. Altura de planta	46
5.3. Número de hojas	47
5.4. Diámetro de cabezas	48
5.5. Peso de cabezas	49
5.6. Rendimiento por parcela experimental	50
5.7. Rendimiento en t/ha	51
5.8. Incidencia y severidad de enfermedades	52
5.9. Análisis económico	53



<b>VI. DISCUSIONES</b>	54
6.1. Del porcentaje de prendimiento	54
6.2. De la altura de planta	55
6.3. Del número de hojas	56
6.4. Del diámetro de cabezas	58
6.5. Del peso de cabezas	59
6.6. Del rendimiento por parcela experimental	60
6.7. Del rendimiento en t/ha	62
6.8. De la incidencia de enfermedades	63
6.9. De la severidad de enfermedades	65
6.10. Del análisis económico	65
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	67
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	69
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	70
<b>RESUMEN</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Limpieza del terreno	32
Foto 2: Terreno apto para la siembra	32
Foto 3: Colocación de estacas	34
Foto 4: Remojo de cama almaciguera	34
Foto 5: Construcción de hileras	35
Foto 6: Esparcimiento de semilla y humus	35
Foto 7: Plántulas a 15 días de la germinación	35
Foto 8: Utilización del tacarpo	36
Foto 9: Hoyos listos para la siembra	36
Foto 10: Siembra en campo definitivo	36
Foto 11: Aplicación de roca fosfórica y humus	37
Foto 12: Deshierbo manual	39
Foto 13: Campo limpio	39
Foto 14: Aplicación de fungicidas e insecticidas	40
Foto 15: Cosecha	40
Foto 16: Plantas que lograron prendimiento en campo	41
Foto 17: Evaluación de altura de planta	41
Foto 18: Hojas de repollo atacadas por alternaria	42



Foto 19: Hojas que presentó la planta de repollo	43
Foto 20: Cabezas de repollo	43
Foto 21: Peso de las cabezas de repollo	44
Foto 22: Rendimiento total	44



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición química del repollo	3
Cuadro 2: Escala para evaluar incidencia de enfermedades	18
Cuadro 3: Escala para evaluar la incidencia de plagas	18
Cuadro 4: Composición mineral de Roca Fosfórica de Bayovar	23
Cuadro 5: Composición de la Roca Fosfórica molida	24
Cuadro 6: Datos meteorológicos correspondientes a los meses del experimento agosto – diciembre 2011	30
Cuadro 7: Tratamientos, dosis y aleatorización	31
Cuadro 8: Resultado de análisis físico y químico del suelo	33
Cuadro 9: Dosis de Roca Fosfórica de Bayovar por tratamientos	38
Cuadro 10: Resultado del análisis físico y químico del humus de lombriz	38
Cuadro 11: ANVA para el prendimiento de plantas de repollo en campo definitivo	45
Cuadro 12: ANVA para altura de la planta en centímetros (cm) a 51 días después del trasplante	46
Cuadro 13: ANVA para el número de hojas por planta a 51 días después del trasplante	47

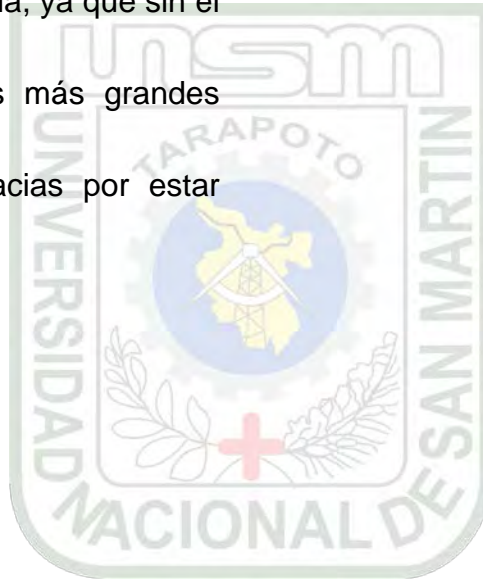
Cuadro 14: ANVA para el diámetro de cabezas de repollo cosechados.	48
Cuadro 15: ANVA para el peso en g de cabezas de repollo cosechados	49
Cuadro 16: ANVA para el rendimiento en kg de cabezas de repollo cosechados por parcela experimental	50
Cuadro 17: ANVA para el rendimiento en t/ha de las cabezas de repollo cosechados	51
Cuadro 18: ANVA para el daño ocasionado por tizón foliar ( <i>Alternaria brassicicola</i> ) en el cultivo de repollo	52
Cuadro 19: Severidad del daño ocasionado por tizón foliar	53
Cuadro 20: Análisis económico para la producción del cultivo de repollo	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Prueba de Duncan (0,05) para el porcentaje de prendimiento de plantas en campo definitivo	45
Gráfico 2: Prueba de Duncan (0,05) para la altura de la planta en centímetros (cm) a 51 días después del trasplante	46
Gráfico 3: Prueba de Duncan (0,05) para el número de hojas por planta a 51 días después del trasplante	47
Gráfico 4: Prueba de Duncan (0,05) para el diámetro de cabezas de repollo cosechados	48
Gráfico 5: Prueba de Duncan (0,05) para el peso de cabezas de repollo cosechados por planta	49
Gráfico 6: Prueba de Duncan (0,05) para el rendimiento en kg de cabezas de repollo cosechados por parcela experimental	50
Gráfico 7: Prueba de Duncan (0,05) para el rendimiento en t/ha de cabezas de repollo.	51
Gráfico 8: Prueba de Duncan (0,05) para el daño ocasionado por tizón foliar ( <i>Alternaria brassicicola</i> ) en el cultivo de repollo	52

## DEDICATORIA

A DIOS por protegerme y brindarme la salud durante mi existencia, ya que sin él no hubiera realizado los más grandes anhelos de mi vida, gracias por estar siempre presente.



A mis padres Andres Sandoval Santisteban y Genara Suclupe Purizaca, por el sacrificio que significa trabajar en el campo para brindarme una mejor vida y una carrera profesional, porque en su vida sembraron en mi los valores del amor de DIOS, la honestidad, el esfuerzo y el trabajo, gracias por haber depositado su confianza en mí, con mucho cariño y afecto para ustedes.

## AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Eybis José Flores García, por brindarme la asesoría, enseñanzas, apoyo incondicional y sobre todo la paciencia antes, durante y después del desarrollo del trabajo de investigación.
- A mis padres por estar siempre presentes en los momentos difíciles, y por el apoyo económico brindado para realizar con éxito el presente trabajo de investigación.
- Al Sr. Fernando Pinedo Pinedo y Sr. Gilmar Tuesta Dávila por el apoyo constante e incondicional que me brindaron durante el desarrollo de la tesis para realizarla con total normalidad.
- A mis amigos y amigas que siempre estuvieron en los momentos críticos de mi vida profesional, entregándome su tiempo, entusiasmo y enseñanzas para cumplir con los retos de la vida y realizar mis metas propuestas.
- A Juan Carlos por estar siempre a mi lado, en los buenos y malos momentos, sobre todo por el apoyo moral para terminar con éxito el presente trabajo de investigación.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de hortalizas en la región San Martín, está generando ingresos económicos relevantes y los niveles de producción se encuentra en promedios de 297 t, con una superficie cosechada de 44 ha y con rendimientos promedio de 6722 kg/ha (MINAG, 2010). Sin embargo para lograr estas metas los productores están optando por utilizar insumos químicos que están afectando el medio ambiente y porque no decir deteriorando la salud de las personas.

El repollo es una hortaliza que generalmente presenta ventajas como: ciclo vegetativo relativamente corto, entre 90 a 120 días, es un cultivo rústico, adaptable y se consume como alimento fresco e industrializado por su alto contenido de vitamina A y C, hierro, proteínas, asimismo posee bajo nivel de calorías y de sodio.

La producción del repollo en suelos ácidos, requiere de fertilizantes que contengan fósforo y calcio, sumado a esto nitrógeno, potasio y otros macro y micro elementos; en el Perú contamos con fertilizantes naturales como la Roca Fosfórica de Bayovar que contiene fuente natural de fósforo y calcio, con precios accesibles para el productor y el cual contribuirá en la mejora de los suelos ácidos; por otra parte en la región San Martín contamos con humus de lombriz que es una fuente natural de nitrógeno y otros elementos y organismos supresores.

Por tales motivos realizamos el presente trabajo de investigación, con la finalidad de determinar las dosis de Roca Fosfórica bajo las condiciones de suelos ácidos en la región San Martín.

## II. OBJETIVOS

1. Evaluar el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en la aplicación de 05 dosis de Roca Fosfórica de Bayovar más humus de lombriz en suelos ácidos del fundo Aucaloma - Universidad Nacional de San Martín – Lamas.
2. Evaluar el efecto de la incidencia y severidad de enfermedades presentes en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en suelos ácidos por efecto de la aplicación de Roca Fosfórica de Bayovar más humus de lombriz.
3. Determinar el tratamiento o los tratamientos que presenten mayor rentabilidad, con la utilización de Roca Fosfórica de Bayovar más humus de lombriz.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Generalidades del cultivo

##### 3.1.1. Importancia

El repollo se cultiva para el aprovechamiento de las hojas que conforman la cabeza, que pueden consumirse en estado fresco, cocinadas de diversas formas y encurtidas. El repollo tiene alto contenido de vitamina C, hierro, el contenido de glucosinatos ha sido probado como efectivo contra el cancer, principalmente el pulmonar, se le atribuye efectos en la reducción del colesterol sanguíneo (Fuentes, 2003).

Cien gramos de repollo contienen 2,2 gramos de proteínas, 4.1 de carbohidratos, 1.5 de fibras, 49 miligramos de calcio, 130 unidades internacionales de vitamina A y 47 miligramos de vitamina "C". estas cualidades lo hacen un producto recomendable para su incorporacion en la dieta familiar (Fuentes, 2003).

**Cuadro 1: Composicion quimica del repollo (100 g de repollo)**

Proteinas crudas	4,92 g
Carbohidratos	16,9 g
Vitamina C	50 - 80 mg
Vitamina B1	0,05 – 0,10 mg
Vitamina B2	0,05 – 0,10 mg
Niacina	0,3 mg
Calcio	45 – 100 mg
Fósforo	25 – 35 mg
Hierro	0,5 – 1,0 mg
Sodio	13 mg
Potasio	185 mg
Magnesio	16 mg

Fuente: FDA (1993)

### 3.1.2. Origen

Fundación de Desarrollo Agropecuario - FDA (1993), menciona que el repollo común se originó en las regiones mediterráneas y litorales de Europa Occidental, de una planta denominada berza silvestre, miles de años antes de la Era Cristiana.

### 3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

Fuentes (2003), indica que el repollo se encuentra clasificado de la siguiente manera:

División : Magnoliophyta

Subdivisión : Magnoliopsida

Clase : Dicotiledónea

Orden : Brassicales

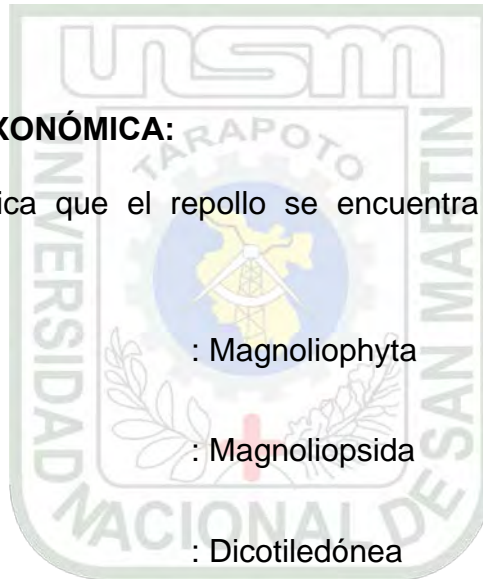
Familia : Brassicaceae

Género : Brassica

Especie : *oleracea*

Nombre científico : *Brassica oleracea* L. var. *Capitata*

Variedad : Corazón de buey



### **3.3. Descripción botánica**

#### **3.3.1. Sistema radicular**

El repollo se caracteriza por poseer gran cantidad de ramificaciones radicales muy finas, con muchos pelos absorbentes, particularmente en las ramificaciones más jóvenes, lo que favorece su capacidad de absorción; la mayor parte de las raíces está ubicada a profundidad de 30 – 45 cm, aunque algunas pueden llegar hasta 1,50 m, y lateralmente alcanzan hasta 1,05 m (FDA, 1993).

Añez y Tavira (1986), refieren que las plantas de repollo tienen sistema radicular reducido, superficial, que limita la capacidad exploratoria del suelo, haciendo a la planta muy sensible a falta de agua.

#### **3.3.2. Tallos, hojas y formación de cabeza**

Durante el primer ciclo vegetativo (germinación hasta la formación de la cabeza) la planta de repollo forma tallo corto, herbáceo, erecto y sin ramificaciones, donde se distinguen un tallo exterior, siendo la longitud muy variable según la variedad sembrada, sobre los tallos están situadas las yemas laterales, que durante las primeras fases del ciclo vegetativo se encuentran en estado de reposo, la yema apical es activa, el crecimiento de las yemas laterales puede ser estimulado al suprimir la yema apical, posibilitándose así la formación de cabezas, aunque de escasa importancia comercial (FDA, 1993).

Las hojas pueden ser sésiles o de pedúnculo corto, grandes, de limbo redondeado o elipsoidal, con color que varía desde verde claro hasta intensamente violáceo, glabra y cubierta de una capa cerosa que da resistencia a la sequía, la roseta que forman las hojas tiene diámetro muy variable,

dependiendo de la variedad, pudiendo oscilar entre 50 cm y 1,0 m el número de hojas que poseen las rosetas es alrededor de 10 – 15 en las variedades precoces, 20 – 25 en las intermedias y 25 – 30 en las tardías, el final de la formación de la roseta da inicio a la formación de la cabeza de repollo (FDA, 1993).

La cabeza del repollo corresponde a un tallo corto engrosado que sostiene gran número de hojas no desplegadas, descansando una sobre otra, formando un conjunto más o menos apretado que encierra la yema terminal y las hojas más jóvenes; su forma es esférica, cónica, oval u oblonga, la superficie es lisa o crespada, su tamaño es variable (relacionado a cultivar y a condiciones ambientales donde se desarrolla la planta), normalmente de 20 a 30 cm de diámetro, pero puede llegar a 50 cm, y su peso generalmente varía entre 1 y 5 kg; con respecto al color, es posible observar repollos con distintas tonalidades de verde (Alt, 1999).

### **3.3.3. Flores, frutos y semillas**

La planta de repollo produce centenas de flores en racimos; la corola es amarillenta de pétalos ovalados, mide 1 cm aproximadamente cuando se encuentran abiertas, de naturaleza hermafrodita pero de polinización cruzada, realizándose a través del viento e insectos. El fruto es silicua alargada, terminada en un cuernecillo cilíndrico, con numerosas semillas, dehiscente cuando es seco. Las semillas son pequeñas, redondas y de color café, pardo rojizo o negro (Fuentes, 2003).



### **3.4. Fenología**

Las plantas de repollo son bianuales, en clima templado, tardan un año para crecer y otro para producir flores y semillas. En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres a cuatro meses, por lo general no florece, el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa, representado por el desarrollo de raíces, hojas, tallos y termina con la producción de un tallo ancho y corto que actúa como un órgano de reserva. Las hojas nuevas forman una masa compacta que se desarrolla desde el interior y no contiene clorofila. Estas hojas son suculentas y en ellas se encuentran gran cantidad de almidones y azúcares (Castaños, 1993).

#### **3.4.1. Fase vegetativa**

El primer ciclo de vida del repollo o fase de crecimiento vegetativo, es la más importante para los productores. Se dividen en cuatro etapas útiles para planificar prácticas de manejo para el cultivo (Fuentes, 2003).

- **Primera etapa**

Se realiza entre los ocho y diez días, inicia con la germinación de la semilla y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas; corresponde al momento apropiado para el trasplante. Durante esta etapa las plantas desarrollan su sistema radical y las primeras hojas verdaderas (Fuentes, 2003).

- **Segunda etapa**

Inicia desde el establecimiento de la planta al trasplante hasta que ésta tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas

entran en una fase de rápido aumento de biomasa. El área foliar se incrementa rápidamente al igual que el sistema radical y el tallo de la planta (Fuentes, 2003).

- **Tercera etapa**

Llamada la preformación de la cabeza, la planta continua produciendo hojas sin peciolo, alargados y limbos extendidos, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas originadas hasta ese momento, no formaran parte de la cabeza y sólo algunas de las producidas durante la última etapa se doblaran ligeramente para formar una capa protectora (Fuentes, 2003).

- **Cuarta etapa**

Se caracteriza por la producción de hojas sin peciolo, que se superponen formando una bola (pella), estas crecen rápidamente, permitiendo el desarrollo de más hojas suculentas hasta que la bola o cabeza alcanza un tamaño propicio de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas forman una bola compacta que al tacto se siente firme y dura; en algunos casos, las hojas interiores pueden producir mucha presión sobre las externas, provocando rajaduras en la cabeza (Fuentes, 2003).

### **3.4.2. Fase reproductiva**

Se inicia con la aparición del botón floral en el ápice de la planta. Mucho antes de que el primordio floral sea visible, la planta ya ha pasado de la etapa de crecimiento vegetativo al de reproducción, pues la diferenciación de la yema terminal ocurre cuando aún faltan por desarrollarse las últimas hojas que protegerán la inflorescencia (Bolaños, 1990).

### **3.5. Características de la variedad corazón de buey**

- Planta muy vigorosa con maduración a los 67 – 70 días después del trasplante.
- Variedad de pie corto, desarrollo moderado y precoz.
- El follaje es color verde, más oscuro en el haz que en el envés.
- Forma repollos cónicos muy compactos.
- Especie que se adapta a todo tipo de suelos (Giaconi, 2004).

### **3.6. Requerimientos climáticos y edáficos**

#### **3.6.1. Clima**

La temperatura que requieren las semillas para germinar varía entre 4 y 6 °C, y la óptima entre 25 y 28 °C y en el crecimiento definitivo del repollo la temperatura mínima es de 5 a 7 °C, la óptima, de 20 a 25 °C (Aljaro 2008); mientras que en San Martín se desarrolla el cultivo de repollo a temperaturas de 18 – 28,5 °C; con precipitación promedio de 112,4 mm mensuales y 89,8 % de humedad.

#### **3.6.2. Suelos y abono**

El cultivo de repollo se adapta a una amplia variedad de suelos, sin embargo, se obtiene buen desarrollo en los de textura franca, ricos en materia orgánica; en suelos pesados (arcillosos), es necesario hacer drenaje para evitar el encharcamiento, el cultivo se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos con pH entre 5,5 y 6,5; sin embargo algunas enfermedades encuentran fácil diseminación cuando se tienen pH ácido (FDA, 1993).

El repollo requiere mucho abono, sobre todo de nitrógeno y potasio. En la mayoría de los casos se recomienda la incorporación del estiércol o abonos verdes al suelo, suplementados con aplicaciones de nitrógeno al surco. Sin embargo, los

abonos completos en proporciones de 1-2-2 ó 1-3-1 se usan en los suelos más pesados, mientras que en los suelos orgánicos, solo se aplican fósforo y potasio. Un abono promedio consiste de 800 a 1000 kg/ha, el cual se suplementa posteriormente con aplicaciones laterales de nitrógeno. Cuando el fósforo es escaso, se aplican de 50 a 100 kg de ácido fosfórico por hectárea antes de la siembra (Casseres, 1981).

### **3.7. Fertilización y abonamiento**

El repollo ocupa los primeros lugares en lo concerniente a la extracción de nutrientes del suelo, lo que indica que lo empobrece y podría disminuir el rendimiento de cultivos posteriores. FDA (1993), señala que en la nutrición del repollo tienen destacada importancia los siguientes elementos:

En suelos pobres (menos de 15 ppm), se recomiendan de 225-280 kg/ha de  $P_2O_5$  que se aplican al voleo y antes del rayado de las camas, en suelos medios (15-30 ppm) de 170-225 kg/ha aplicados de la misma manera y para los suelos con buen contenido de fósforo (+ 30 ppm) se pueden utilizar fertilizaciones no mayores de 90 kg/ha. Este elemento favorece la precocidad de la formación de la cabeza de repollo, aumentando el porcentaje de cabezas comerciales, la deficiencia de fósforo retarda su crecimiento, presentando hojas de color verde oscuro más intenso y los bordes rojizos en su parte inferior, se recomienda incorporarlo al suelo antes del trasplante.

El nitrógeno, se recomienda de 100-225 kg/ha. La planta de repollo es muy exigente nitrógeno, las plantas deficientes presentan síntomas de rosetas de hojas

y repollos pequeños tardíos, debido a que el crecimiento de las hojas interiores no es muy intenso.

El potasio, es conveniente utilizar dosis de 110-220 kg/ha de  $K_2O$ , su deficiencia provoca primero amarillamiento y luego el bronceamiento de los bordes de las hojas más viejas, seguido por la aparición de manchas necróticas en el limbo de las hojas, resultando quebradizas. La cabeza deja de crecer y no se endurece.

El calcio, manifiesta deficiencia por la deformación de las hojas nuevas, cada vez más acentuadas a medida que la planta crece, también el brote apical se hace más débil y delgado, el porcentaje de cabezas con hojas podridas en su interior aumentas.

### **3.8. Fertilización con roca fosfórica**

Montenegro (1991), señala que los requerimientos de fósforo en las plantas de repollo no son elevados, sin embargo, si no es suministrado, no se produce buen desarrollo, en forma similar a lo que ocurre al omitir al nitrógeno y potasio.

Bear (1963), menciona que la roca fosfórica es fuente natural de fósforo, posee un 30% de  $P_2O_5$  y 21 % de calcio; sin embargo, ha sido considerado siempre como fertilizante de segundo orden, debido a su largo periodo de solubilización, por tanto utilizada solo en cultivos perennes, en suelos ácidos y raras veces en cultivos anuales.

Uno de los problemas de los suelos ácidos es la deficiencia de fósforo. La aplicación directa al suelo de roca fosfórica representa una alternativa que ha tomado importancia por su costo más bajo y ha sido utilizada como fertilizante fosforado por

varias décadas, no sólo por su valor agronómico como fuente de P sino también como fuente de Ca para el cultivo (Morillo, 2007).

Jakse y Mihelic (1999), reportaron que el rendimiento de 8 hortalizas disminuyó entre 20% y 46 % en suelos turbosos y de 28 % a 56 % en suelos arenosos cuando se usó fertilizante orgánico en vez de químico. Los rendimientos de materia seca de repollo con fertilizantes minerales fueron dos veces más altos que los obtenidos con fertilizantes orgánicos. Esto se debió a que las plantas fueron más desarrolladas y las cabezas fueron más grandes (largas y anchas) y más compactas; con relación a la protección ambiental, la lenta liberación de N del compost es beneficiosa. Sin embargo, se hace énfasis que a pesar de su baja relación C/N, el N liberado por el compost no fue suficiente para la producción económica de hortalizas. Los resultados indican que los horticultores que quieran cambiar a producción orgánica, deberían estar muy atentos a la capacidad de mineralización del N de los fertilizantes orgánicos usados.

### **3.9. Control de malezas**

Durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, antes de la formación de cabezas, es necesario mantener limpia a fin de evitar la competencia con la maleza, realizar dos o tres limpiezas anuales. Cuando el cultivo se ha desarrollado completamente, el follaje proporciona una buena cobertura que permite reducir su incidencia (Pletsch, 2006).



### 3.10. Plagas y enfermedades del cultivo

#### 3.10.1. Plagas

##### a. Pulgón del repollo (*Brevicoryne brassicae*)

Es de color verde ceniciento y sobre el dorso presenta una especie de polvo ceroso blanquecino que le da un aspecto muy característico. Generalmente se ubican en la cara externa de las hojas, pero en ataques intensos también puede alojarse en las zonas axilares de las mismas. Su presencia ocurre generalmente cuando hay períodos prolongados sin lluvias, temperaturas altas y días ventosos, luego de la ocurrencia de lluvias la presencia de esta plaga disminuye sensiblemente (Fuentes, 2003).

Los síntomas que se observan en las plantas atacadas es amarillamiento, detención del crecimiento, engrosamiento de nervaduras y formación de ampollas en las hojas. Los pulgones son transmisores de virus y sobre sus excrementos se desarrolla abundante fumagina (hongo) que le da a las plantas un aspecto sucio y pegajoso que desmejora totalmente la calidad comercial (Fuentes, 2003).

Si se dan las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de los pulgones se debe estar atento, recorrer el lote a fin de detectar los focos y atacarlos allí antes que se generalice a todo el cultivo (Pletsch, 2006).

##### b. Polilla del repollo (*Plutellaxy lostella*)

El adulto es una pequeña mariposa de color gris claro, que tiene vuelo bajo y corto, deposita los huevos en la cara inferior de las hojas del repollo. Las larvas

pueden medir hasta 10 milímetros de largo, es de color verde claro y cuando se realizan movimientos en las hojas ella se mueve dando pequeños saltos.

La presencia se puede dar en cualquier época del año aunque los ataques más intensos ocurren en los meses de mayores temperaturas. Las larvas se alimentan de las hojas y brotes tiernos, se ubican en la cara inferior de las hojas y es allí donde se alimentan, dejando únicamente las nervaduras y quedando las hojas totalmente perforadas. En todas las zonas productoras de repollo es considerado el insecto que ocasiona las pérdidas económicas más importantes (Fuentes, 2003).

El control se realiza cuando se observan los primeros adultos volando sobre el cultivo, se debe iniciar el control (Fuentes, 2003) con:

Carbaril 85 % 400 g/100 l de agua, o Deltametrina 2,5 % 60 ml/100 l de agua.

### **c. Gusano grasiento (*Agrotis ypsilon*)**

El adulto es una mariposa y el daño lo ocasionan las larvas que son de hábito nocturno es decir únicamente por las noches están en movimiento y es cuando se alimentan, durante el día permanece enterrada a poca profundidad adoptando la forma de rosca, las larvas son de color gris oscuro y de aspecto grasiento, pueden alcanzar hasta cuatro centímetros de largo. Una sola larva puede cortar entre seis y ocho plantitas por noche, máximo si estas son tiernas.

El daño que ocasiona esta plaga se limita a los primeros días de realizado el trasplante, una vez que los tallos alcanzan mayor diámetro y se lignifican ya no son atacados (Pletsch, 2006).

Una medida práctica es llevar al trasplante plántulas desarrolladas con tallos gruesos, esto se logra realizando siembras en surcos en el almácigo, separados a no menos de 15 centímetros entre uno y otro y también baja cantidad de semilla en el surco de tal manera que se desarrollen sin competencia entre ellos. Otra forma de disminuir la intensidad del ataque del gusano grasiento es realizar dos a tres labranzas de suelo antes del trasplante (Pletsch, 2006), el control se realiza con:

Carbaril 85 % 1,5 kg/250 l de agua o Lambdacialotrina 8, 33 %; 75 ml/100 l de agua.

### 3.10.2. Enfermedades

#### a. Podredumbre negra

Es producida por la bacteria denominada *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. Su presencia ocurre principalmente en coincidencia con períodos lluviosos y temperaturas elevadas, puede atacar en cualquier estado de desarrollo de las plantas (Fuentes, 2003).

**Difusión:** La forma más frecuente es mediante las semillas infectadas provenientes de cultivos enfermos. Otra de las formas es a través de restos vegetales de alguna planta de la misma familia que permanecieron en el terreno como por ejemplo brócoli, coliflor, rábanos, etc. También pueden ocurrir infecciones por el agua de riego, implementos agrícolas e incluso animales (Fuentes, 2003).

En el control, se deberá utilizar semillas certificadas, de marcas conocidas, practicar siempre la rotación de cultivos, no utilizar el riego por aspersión. Una

vez finalizada la cosecha arrancar los troncos de las plantas y retirarlos del lote, compostarlos o quemarlos (Fuentes, 2003).

#### **b. Manchas negras**

Causado por el hongo *Alternaria* spp. Los primeros síntomas de la enfermedad se manifiestan en hojas viejas y tallos. En su etapa inicial se observan manchas circulares amarillas, anillos concéntricos alternados de color claro y oscuro. A medida que avanza la enfermedad, las hojas se tornan café oscuro. La infección de plántulas en el semillero, puede causar el retraso en el crecimiento o muerte por el ahorcamiento de los tallos. El hongo principalmente se encuentra en la semilla, residuos de cosecha y las malezas.

La enfermedad es favorecida por humedades altas. El inóculo es diseminado por el viento, salpique del agua, equipo, herramientas y el hombre. Bajo condiciones favorables las esporas pueden producirse en una semana y comenzar un nuevo ciclo de la enfermedad.

En el control, se recomienda el uso de semilla certificada y tratamientos de semilla con agua caliente o fungicidas. La rotación de cultivos, destrucción de residuos de cosecha y eliminación de malezas reduce la fuente del inóculo. Durante la formación de la cabeza evite el riego por aspersión. Aplicar fungicidas protectantes orgánicos e inorgánicos ya que previenen el desarrollo de la enfermedad (Fuentes, 2003).

### **c. Podredumbre por esclerotinia**

El agente causal es el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. Su aparición ocurre con días de elevada humedad relativa y temperaturas entre 20 y 23 grados centígrados. Primero se observa lesiones húmedas, sobre estas luego se desarrolla abundante micelio de color blanco y aspecto algodonoso, en estos micelios se desarrollan los esclerocios que son de forma irregular, de color negro y consistencia dura.

El ataque comienza por las hojas más externas, avanza hacia el interior de las cabezas y puede destruirla totalmente, haciéndose sumamente grave durante el transporte y el almacenamiento (Pletsch, 2006).

En el control, no utilizar terrenos donde se detectó la enfermedad en cualquier especie, ya que se trata de un patógeno que afecta a un número importante de hortalizas. Evitar los riegos excesivos en cualquier etapa del cultivo. Destruir totalmente todos los restos luego de la cosecha (Pletsch, 2006).

### **3.11. Evaluación de plagas y enfermedades**

Campbell (1990), señala que para realizar las evaluaciones de incidencia o severidad de enfermedades se debe tener en cuenta el siguiente cuadro:

**Cuadro 2: Escala para evaluar incidencia de enfermedades.**

<b>GRADO</b>	<b>ENFERMEDAD INCIDENCIA O SEVERIDAD (%)</b>
0	0
1	0 – 3
2	3 – 6
3	6 – 12
4	12 – 25
5	25 – 50
6	50 – 75
7	75 – 88
8	88 – 94
9	94 – 97
10	97 – 100
11	100

Fuente: Campbell, 1990

Ocete (2002), indica que para evaluar la incidencia de plagas en el cultivo de repollo se debe tener en cuenta el siguiente cuadro:

**Cuadro 3: Escala para evaluar la incidencia de plagas.**

<b>POBLACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	Ausencia
1	Incidencia baja (menos del 25 % de hojas afectadas)
2	Incidencia media (25 – 50 % de hojas afectadas)
3	Incidencia alta (más del 50 % de hojas afectadas)

Fuente: Ocete, 2002



### **3.12. Cosecha**

Dependiendo de la variedad, la cosecha se inicia entre los 70 y 110 días de realizada la plantación. De acuerdo al escalonamiento de fechas de siembra y de la combinación de variedades que se realicen se extenderá el período de cosecha. Como síntoma de maduración de una planta de repollo se puede decir que los bordes de las hojas más externas se enroscan hacia fuera, se observa un cambio de coloración siempre hacia un verde más claro y las más viejas adquieren una posición abierta y tienden a tocar el suelo con los bordes (Pletsch, 2006).

### **3.13. Forma de cosecha**

El corte del repollo debe ser justamente debajo de la cabeza, sin dejar porción del tallo. Sin embargo, deben quedar 3 ó 4 hojas buenas envolventes, sobre todo si el repollo se envía al mercado a granel. Si se empaca en el campo, se recorta dejando como máximo solo 2 hojas envolventes (Casseres, 1981).

### **3.14. Evaluaciones que se realizan en el cultivo**

Giaconi (1998), señala que las evaluaciones que se realizan en el cultivo de repollo son:

- Porcentaje de germinación.
- Altura de plantas.
- Número de hojas por planta.
- Diámetro de cabeza.
- Peso de cabeza.

### **3.15. Generalidades de suelos ácidos y roca fosfórica**

#### **3.15.1. Suelos ácidos**

##### **a. Causas de acidificación progresiva de los suelos**

La acidificación progresiva que se presenta en los suelos de áreas tropicales húmedas se debe al reemplazo paulatino de las bases cambiables ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) por iones de hidrógeno y aluminio debido al agua de percolación, extracción de cationes básicos por las plantas y por el uso de fertilizantes de carácter ácido. Cuando hay altas precipitaciones se lixivian grandes cantidades de iones de bases cambiables, que son reemplazados por iones de hidrógeno (Bertsch, 1986).

La acidificación de los suelos se incrementa notablemente como consecuencia de factores como: lixiviación y erosión, extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intenso, efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenados amoniacales, así como la aplicación de sales sulfatadas y nítricas a través de la disociación que producen ácidos como el ácido nítrico y el sulfúrico (Sánchez y Salinas, 1976).

##### **3.15.2. Fijación de fósforo en suelos ácidos.**

Sánchez (1976), informa que entre los problemas que se presentan en los suelos ácidos, es la toxicidad del aluminio y/o manganeso y la baja disponibilidad de elementos esenciales para las plantas tales como el fósforo, el calcio y magnesio. Las formas reactivas del hierro y aluminio hacen que las formas solubles de fósforo reaccionen y se transformen en otros menos solubles y poco aprovechables por las plantas.

Este fenómeno llamado fijación es quizás uno de los más importantes en los suelos ácidos, que son invariablemente de textura media a fina, altos en óxidos o hidróxidos de hierro y aluminio (orden Oxisol y Ultisol y ciertos Inceptisoles y Alfisoles).

### **3.15.3. Referencias sobre el humus de lombriz y la Roca Fosfórica como abonos orgánico y mineral.**

#### **1. Humus de lombriz**

El humus de lombriz es un abono orgánico de muy alta calidad y alta asimilación por las plantas, es rico en enzimas que actúan sobre la materia orgánica, regenerando los suelos (Vitorino, 1994). Este abono cumple dos funciones en el suelo; como enmienda y como fertilizante. Se indica que como enmienda es un material orgánico que corrige problemas de acidez o alcalinidad del suelo (Ríos y Sánchez, 1993).

De acuerdo con fuentes (1987), Novak (1990) y Gomero (1991), las características que presenta el humus de lombriz son las siguientes:

#### **a. Características físicas:**

- Es de naturaleza coloidal con elevada capacidad de saturación de agua.
- No es plástico ni adhesivo, lo que permite usarlo como corrector de suelos arcillosos.
- La relación C/N tiende a estabilizarse entre 11 a 13, ideal para la mineralización del nitrógeno.

#### **b. Características químicas:**

- Posee alta capacidad de óxido – reducción dando lugar a la formación de cargas negativas que constituyen el asiento de la retención de cationes esenciales para la planta.
- El pH está entre 6,5 a 8,0 con tendencia a neutro, permitiendo aplicarlo en cualquier dosis sin correr el riesgo de quemar los cultivos.
- Su contenido de materia orgánica varía entre 30 a 50 % con 1 a 3 % de nitrógeno total.
- El fósforo varía de 0,5 a 2,0 % de  $P_2O_5$ .
- El contenido de potasio va de 0,5 a 3 %.

El humus es 5 veces más rico en N asimilable, 11 veces más rico en fosfatos asimilables, 7 veces más rico en potasa asimilable y 3 veces más rico en magnesio asimilable, que otras sustancias orgánicas que degradan.

#### **c. Características biológicas:**

- Es estable y biológicamente activo, teniendo una gran influencia sobre la vida microbiana del suelo.
- Es rico en enzimas y carga microbiana, actuando como una verdadera vacuna contra los microorganismos patógenos del suelo.
- Contiene de 40 a 50 % de lignina, 30 a 35 % de proteínas y de 3 a 5 % de celulosa microbiales vivas y muertas.

Sobre la importancia del uso del humus de lombriz en los suelos, Ríos y Sánchez (1993), resaltan lo siguiente:

- Es un notable mejorador del suelo en áreas degradadas e infértiles.

- Actúa como sustancia activadora de microorganismos benéficos e inhibidores de microorganismos perjudiciales.
- Acelera la germinación de la semilla.
- Acorta el periodo vegetativo de los cultivos, debido a la presencia de fitohormonas (ácido indolacético y ácido giberélico).
- Estimula el desarrollo de las plantas y mejora el olor, color y sabor de flores, frutos y aumenta la producción.
- Es la principal fuente de energía para los organismos que influye a su vez en la nutrición, actividad respiratoria y crecimiento de las raíces, mediante el abastecimiento de carbono orgánico.

## 2. Roca fosfórica

En el Perú se utiliza Roca Fosfórica de Bayovar, que es un fertilizante mineral constituido por fluorapatita, carbonato de diatomita, fragmentos de fósiles, espículas de esponja, pequeñas cantidades de minerales ferromagnesianos y limonitas (Urquiaga, 1980). Este abono mineral denominado también “Fosbayovar”, es un fosfato natural que sometido a un proceso de concentración por lavado y flotación llega a alcanzar una ley de 30,5 % de  $P_2O_5$  (Minero Perú, 1987).

La composición promedio del mineral natural según ENCI (1980), es el siguiente:

**Cuadro 4: Composición mineral de la Roca Fosfórica de Bayovar**

Componentes	%
Fosfato tricálcico	59,74
Fluoruro cálcico	4,80
Sílice	3,16
Carbonato cálcico	9,19
Sulfato cálcico	2,50

Fuente: ENCI (1980)

En cuanto a las características químicas de la roca fosfórica molida usado como abono mineral ENCI (1980) indica lo siguiente:

**Cuadro 5: Composición de la roca fosfórica molida**

Elemento	%
Nitrógeno total	0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,50
Ca	21,00
Mg	1,34
CaO	47,80
K <sub>2</sub> O	0,10

Fuente: ENCI (1980)

La efectividad agronómica de la roca fosfórica aplicado a un suelo está relacionada con su solubilidad y ésta a su vez es dependiente de a) pH del medio b) actividad del ion calcio en la solución suelo, c) contenido de materia orgánica, d) grado de sustitución del carbonato en la roca fosfórica y e) tamaño de partículas o finura (Aguirre, 1996).

Así también, ([www.agrosegura.com.pe](http://www.agrosegura.com.pe), visitada el 04 de Junio del 2012), señala que la roca fosfórica es recomendada para fertilizar cultivos orgánicos. Es un fertilizante natural de aplicación directa en suelos de carácter ácidos.

La roca fosfórica presenta las siguientes ventajas agronómicas:

El fosfato fomenta el enriquecimiento del suelo, facilita la formación de raíces, estimula la floración y la formación de semillas, contribuye a la reposición de nutrientes del suelo y es fuente de fósforo natural.

### 3. El fósforo en la planta

Steward (1963), reporta que el fósforo es un macronutrientes esencial encontrado en las plantas como parte del grupo fosfato, bajo formas orgánicas e inorgánicas.

El fósforo es absorbido por las plantas principalmente como ión ortofosfato.

Este elemento cumple las funciones de fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular, y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. Mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos, y es además vital para la formación de la semilla.

#### a. Absorción del fósforo en la planta

Steward (1963), considera que la absorción de fósforo por las plantas desde el sistema del suelo, puede ser dividido en cuatro fases:

**Primero:** La liberación del ión fosfato desde la fase solida hacia la solución del suelo.

**Segundo:** El movimiento del ión fosfato desde algún punto en la solución del suelo, hasta los alrededores de la raíz.

**Tercero:** El movimiento del ión fosfato desde los alrededores de la raíz, hacia el interior de ésta.

**Cuarto:** El movimiento del ión fosfato hacia partes superiores de la planta.

#### b. Contenido total de fósforo en los suelos

Según Thompson (1962), el contenido de fósforo total de un suelo se expresa como  $P_2O_5$ , siendo este relativamente bajo pero variable (0,012 a 0,2%).

Encontrándose que esto depende de la textura de los suelos, tanto en áreas de



clima templado como tropical ya que cuanto más fina sea su textura, mayor es el contenido de fósforo total.

De tal manera, el contenido de fósforo total disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y de los fósforos orgánicos.

#### **3.15.4. Experiencias sobre uso de abonos orgánicos y Roca Fosfórica en suelos ácidos.**

El humus de lombriz como abono orgánico incorpora bacterias al suelo, entre ellas las bacterias nitrificantes que contribuyen a la mineralización del nitrógeno orgánico del suelo, incrementándose la asimilación del nitrógeno mineral.

En un trabajo de investigación realizado en un suelo ácido de la Banda de Shilcayo, Tarapoto (Perú), se evaluó dos fuentes y cuatro niveles de fósforo en el cultivo de maíz, trabajando con roca fosfórica de Bayovar y superfosfato triple de calcio en niveles de 60, 90, 180 y 270 kg/ha de  $P_2O_5$ . Se encontró que los mayores rendimientos se logró con roca fosfórica de Bayovar en sus niveles más altos dando un rendimiento en el cultivo de 865,90 kg/ha, superando al superfosfato triple de calcio que solo alcanzo 786,66 kg/ha también en su nivel más alto (Chappa y Moncada, 1992).

En cuanto a Roca Fosfórica, experiencias realizadas en Yurimaguas, región selvática del Perú, aplicando Roca Fosfórica de Bayovar en diversos cultivos anuales, mostraron que este abono mineral reaccionaba rápidamente en dichos suelos y proporcionaba buena disponibilidad de fósforo para el primer cultivo. Así mismo se indica que las rocas fosfatadas son más reactivas en suelos ácidos y

generalmente cuestan una tercera a una quinta parte de lo que cuesta el superfosfato triple por unidad de  $P_2O_5$  (Bandy, et al, 1983; Sánchez y Benites, 1983).

Por otra parte, Aguirre (1996), al efectuar experimentos en la UNA "La Molina" con suelos ácidos de la sierra, evaluó fuentes de P en el rendimiento de la papa, con énfasis en la roca fosfatada y fuentes orgánicas, aplicando 160 kg de  $P_2O_5$ , 160 kg de N, 12 kg de  $K_2O$ , encontró que tanto la roca fosfórica de Bayovar como las fuentes orgánicas (guano de la isla rica y fosfohumus) tuvieron buenos rendimientos con 30,8 t/ha de papa. Estas experiencias y sus resultados confirman la viabilidad del uso de roca fosfórica combinada con fuentes solubles y materia orgánica en la agricultura para suelos pobres y ácidos.

Finalmente, Chappa y Moncada (1992), señalan que en el precio por unidad de  $P_2O_5$ , los costos de las fuentes de fósforo (ST y RFB), se pudo obtener un menor valor económico de la Roca Fosbayovar, comparándola con el superfosfato triple de calcio, haciéndola más accesible al agricultor por su menor costo por unidad de  $P_2O_5$ .

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en terrenos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el Sector Aucasoma a 15 km de Tarapoto, siguiendo la carretera a San Antonio de Cumbaza comprensión del Distrito de San Roque, Provincia de Lamas y Región San Martín.

#### Ubicación Geográfica



Latitud sur	:	6° 25' 53.5"
Longitud oeste	:	76° 25' 21.3"
Altitud	:	720 m.s.n.m.m.
Zona de vida	:	bh– T

#### Ubicación Política

Región	:	San Martín
Departamento	:	San Martín
Provincia	:	Lamas
Distrito	:	San Roque
Fundo	:	Aucasoma

### 4.2. Historia del campo experimental

El campo experimental tiene como propietario la UNSM – T, con 33 ha de terreno. Desde años atrás se vienen desarrollando muchos proyectos de investigación; sobre todo el encalado de suelos, ya que como se sabe dicho terreno se encuentra con suelos desde ligeramente ácidos a fuertemente ácidos, actualmente existe

instalación de algunas especies forestales y cultivos que toleran a suelos ácidos como la piña, el marañón, plátano, maní, repollo, cebolla china, culantro.

Asimismo se encuentran trabajos de investigación sobre la adaptación de ajo (*Allium sativum*) y cebolla roja (*Allium cepa* L.), fertilización a base de Roca Fosfórica en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) y maíz (*Zea mays*), y la fertilización a base de gallinaza en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*); de esta manera se estará aprovechando dichos suelos que se encuentran con limitaciones para la instalación de cultivos alternativos en nuestra zona.

#### **4.3. Condiciones climáticas**

El experimento se realizó entre los meses de Agosto a Diciembre del 2011. Durante este periodo las condiciones climáticas referidas a temperatura y precipitaciones fueron proporcionadas por el SENAMHI, oficina de Tarapoto, las cuales se indican en el siguiente cuadro:

**Cuadro 6:** Datos meteorológicos correspondientes a los meses del experimento:

Agosto Diciembre 2011.

MESES	TEMPERATURA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	HUMEDAD
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	TOTAL	RELATIVA
	PROM. MENS. °C	PROM. MENS. °C	PROM. MENS. °C	MENS. mm	MEDIA %
AGOSTO	29.7	17.1	23.4	18.5	83
SETIEMBRE	29.0	19.4	24.2	103.9	83
OCTUBRE	29.3	19.9	24.6	112.9	82
NOVIEMBRE	29.3	19.7	24.5	185.3	83
DICIEMBRE	28.2	19.4	23.8	140.1	85
PROMEDIO	29.1	19.1	24.1	112.14	83.2

Fuente: Estación San Antonio de Cumbaza SENAMHI – San Martín (2011).

**4.4. Componentes a estudiar.**

- a) Dosis de Roca Fosfórica de Bayovar: 500, 1000, 1500, 2000 y 2500 kg/ ha + 4000 kg/ha de humus de lombriz.
- b) Cultivo: Repollo, variedad: Corazón de buey.

**4.5. Diseño experimental y tratamientos.**

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar DBCA, con 7 tratamientos y 4 bloques.

**Cuadro 7:** Tratamientos, dosis y aleatorización.

Tratamientos	kg/ha	Bloques			
		I	II	III	IV
T <sub>1</sub>	Testigo	T <sub>11</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>31</sub>	T <sub>41</sub>
T <sub>2</sub>	Humus de Lombriz (4000 Kg/ha)	T <sub>12</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>32</sub>	T <sub>42</sub>
T <sub>3</sub>	Roca fosfórica 500 Kg/ha + Humus de Lombriz (4000 Kg/ha)	T <sub>13</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>33</sub>	T <sub>43</sub>
T <sub>4</sub>	Roca fosfórica 1000 Kg /ha + Humus de Lombriz (4000 Kg/ha)	T <sub>14</sub>	T <sub>24</sub>	T <sub>34</sub>	T <sub>44</sub>
T <sub>5</sub>	Roca fosfórica 1500 Kg /ha + Humus de Lombriz (4000 Kg/ha)	T <sub>15</sub>	T <sub>25</sub>	T <sub>35</sub>	T <sub>45</sub>
T <sub>6</sub>	Roca fosfórica 2000 Kg /ha + Humus de Lombriz (4000 Kg/ha)	T <sub>16</sub>	T <sub>26</sub>	T <sub>36</sub>	T <sub>46</sub>
T <sub>7</sub>	Roca fosfórica 2500 Kg /ha + Humus de Lombriz (4000 Kg/ha)	T <sub>17</sub>	T <sub>27</sub>	T <sub>37</sub>	T <sub>47</sub>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Características del campo experimental

##### Área:

- Largo : 36 m
- Ancho : 12,2 m
- Área total : 439,2 m<sup>2</sup>
- N° de bloques : 4
- N° parcelas/bloque : 7

##### Bloques:

- Largo : 36 m
- Ancho : 1,8 m
- Separación entre bloques : 1 m
- Área total : 64,8 m<sup>2</sup>



### Parcelas:

- Largo : 4 m
- Ancho : 1,8 m
- Área total de la parcela : 7,2 m<sup>2</sup>
- Área neta experimental : 1,2 m x 3,60 m = 4,32 m<sup>2</sup>
- Número de parcelas totales : 28
- Número de plantas por hilera : 11
- Número de plantas por parcela : 44

### 4.7. Conducción del experimento

En el siguiente experimento se realizaron diversas labores como:

#### 4.7.1. Instalación de parcelas

##### a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó mediante la eliminación de malezas como cashucsha (*Imperata cilíndrica*), shapumba (*Pteridium aquilinum*) y otras, a través del uso de materiales como azadera, pala de corte, machetes y rastrillos, luego se procedió a la remoción del suelo para dar aireación a las raíces, el cual permitirá un óptimo desarrollo y crecimiento al cultivo.



Foto 1: Limpieza del terreno



Foto 2: Terreno apto para la siembra



## b. Muestreo y análisis del suelo.

Se realizó después de la preparación del área experimental, a una profundidad de 20 cm, que luego fueron llevados al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto para su respectivo análisis, obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro 8:** Resultado de análisis físico y químico del suelo.

Determinación	Resultado	Método	Interpretación
<b>Análisis Físico</b>	-----	-----	-----
Arena (%)	<b>76</b>	-----	-----
Limo (%)	<b>7,4</b>		
Arcilla (%)	<b>16,6</b>		
Clase Textural	<b>Fra – Are.</b>	Hidrómetro	<b>Franco Arenoso</b>
<b>Análisis Químico</b>	-----	-----	-----
pH	<b>5,73</b>	Potenciómetro	<b>Medianamente ácido</b>
C.E mmhos/cm <sup>3</sup>	<b>78,84</b>	Conductímetro	<b>No salino</b>
CaCO <sub>3</sub> (%)	<b>0,00</b>	Gas - Volumétrico	-----
Materia orgánica (%)	<b>4,69</b>	Walkley y Black	<b>Alto</b>
Nitrógeno (%)	<b>0,23</b>	-----	<b>Medio</b>
Nitrógeno (Kg/ha)		Calculo M.O	
Fósforo P (ppm)	<b>11</b>	Olsen Modificado	<b>Medio</b>
Potasio K (ppm)	<b>65,8</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Bajo</b>
CIC	<b>8,613</b>	-----	<b>Bajo</b>
Ca <sup>2+</sup> meq/100	<b>5,2</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Bajo</b>
Mg <sup>2+</sup> meq/100	<b>2,8</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Normal</b>
K <sup>+</sup> meq/100	<b>0,17</b>	-----	<b>Bajo</b>
Ca+Mg intercambiable (meq/ 100g de suelo)	<b>8,0</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Bajo</b>
Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> intercambiable (meq/ 100g de suelo)	<b>0,40</b>	Extract. Kcl 1N	-----
Suma de Bases	<b>8,17</b>	-----	-----
Relación C/N	<b>11,59</b>		

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM – T (2011).

### c. Trazado del campo experimental

Para el trazado y demarcación del campo experimental se utilizaron estacas de madera, cordel, rafia y wincha; utilizando el croquis de campo establecido para dicho experimento.



Foto 3: Colocación de estacas

### d. Almacigo

Para el almacigo se procedió a limpiar y remover el suelo de la cama almaciguera, seguidamente se remojo el área para poder realizar el esparcimiento de las semillas.



Foto 4: Remojo de cama almaciguera

Posteriormente se hicieron hileras donde fueron colocados un aproximado de 10 g de semilla, éstas al mismo tiempo fueron cubiertas con humus para acelerar el crecimiento y desarrollo de raíces.



Foto 5: Construcción de hileras

Asimismo se colocó cascarilla de arroz en la cama almaciguera para obtener mayor retención de humedad, seguidamente se aplicó en los alrededores insecticida en polvo (Tifón: 20 g) para prevenir cualquier ataque de insectos.



Foto 6: Esparcimiento de semillas y humus



Foto 7: Plántulas a 15 días de la germinación



#### **e. Preparación de hoyos para la siembra**

Se procedió a realizar hoyos con un tacarpo con el fin de aplicar Roca Fosfórica y humus, para luego realizar la siembra correspondiente.



Foto 8: Utilización de tacarpo



Foto 9: Hoyos listos para la siembra

#### **f. Siembra en campo definitivo**

La siembra (08 de setiembre del 2011) se realizó a 21 días después de realizado el almácigo con un distanciamiento de 0,60 m entre surcos y 0,40 m entre plantas; colocando una planta por hoyo, obteniendo un total de 1232 plantas en el área experimental.



Foto 10: Siembra en campo definitivo

### **g. Replante**

En el replante se sustituyeron a las plantas que no lograron el prendimiento adecuado en campo definitivo, se realizó 10 días después del trasplante.

### **4.7.2. Labores culturales**

#### **a. Fertilización**

Consistió en la aplicación de Roca Fosfórica de Bayovar más humus de lombriz en forma focalizada (en el mismo hoyo realizado con tacarpo), es decir una proporción en gramos en cada hoyo por planta del tratamiento que le corresponde, a una profundidad de 10 a 12 cm. La fertilización se realizó un día antes del trasplante en campo definitivo (07 de setiembre del 2011). Las dosis utilizadas en cada tratamiento se encuentran detalladas a continuación:



Foto 11: Aplicación de Roca Fosfórica y humus

**Cuadro 9:** Dosis de Roca fosfórica por tratamientos.

TTO	ABONO/FERTILIZANTE	kg/ha	g/planta	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/pl.	CaO g/pl.
T1	Testigo	-----	-----	-----	-----
T2	Humus de lombriz	4000	95,9	-----	-----
T3	Humus + Roca fosfórica	4000 + 500	95,9 + 11,9	2,38	3,33
T4	Humus + Roca fosfórica	4000 + 1000	95,9 + 23,9	4,78	6,69
T5	Humus + Roca fosfórica	4000 + 1500	95,9 + 35,9	7,18	10,05
T6	Humus + Roca fosfórica	4000 + 2000	95,9 + 47,9	9,58	13,41
T7	Humus + Roca fosfórica	4000 + 2500	95,9 + 59,9	11,98	16,77

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 10:** Resultado del análisis físico y químico del humus de lombriz.

Determinación	Resultado	Método	Interpretación
<b>Análisis Químico</b>		-----	-----
pH	<b>7.8</b>	Potenciómetro	<b>Ligeramente alcalino</b>
C.E mmhos/cm <sup>3</sup>	<b>478</b>	Conductímetro	<b>No salino</b>
Materia orgánica (%)	<b>28,3</b>	Walkley y Black	<b>Normal</b>
Nitrógeno (%)	<b>1,41</b>	-----	<b>Normal</b>
Fósforo P (ppm)	<b>1,95</b>	Olsen Modificado	<b>Medio</b>
Potasio K (ppm)	<b>2,13</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Medio</b>
Ca <sup>2+</sup> meq/100	<b>2,54</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Normal</b>
Mg <sup>2+</sup> meq/100	<b>1,34</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Normal</b>
Ca+Mg intercambiable (meq/ 100g de suelo)	<b>3,88</b>	Espect. Absorción atómica.	<b>Normal</b>

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM – T (2012).



### **b. Control de malezas**

Se realizó mediante deshiero manual, utilizando machetes, rastrillos y azaderas para la eliminación de éstas.

Se notó la presencia de malezas como gramíneas, de hoja ancha entre otros, el cual tuvo que ser controlado a tiempo para evitar que retrase el crecimiento de las plantas y la competencia por nutrientes.



Foto 12: Deshierbo manual



Foto 13: Campo limpio

### **c. Riego**

En los primeros 10 días de la siembra se procedió a regar las plantas en forma manual con ayuda de una mochila pulverizadora previamente limpia, debido a que las precipitaciones fueron escasas en el mes de Agosto, posteriormente las precipitaciones fueron continuas el cual contribuyó con el riego para el desarrollo del cultivo de repollo.

### **d. Control fitosanitario**

Se realizó la aplicación del insecticida: Methamidophos+ Cypermethrin al 3 % (3 ml/20l de agua) su aplicación fue de 3 veces durante el ciclo del cultivo, y el



fungicida: Clortosip (2,5 ml/20l de agua), la aplicación de este último fue constante.



Foto 14: Aplicación de fungicidas e insecticidas.

#### **e. Cosecha**

La cosecha se realizó a los 74 días después del trasplante, en forma manual cuando el cultivo se encontró en su madurez fisiológica. Se utilizó machete para realizar el corte en la base del tallo y así no maltratar las cabezas de repollo, al mismo tiempo se dejaron hojas para que se mantengan en buen estado al ser llevadas al mercado.



Foto 15: Cosecha

#### **4.8. Parámetros evaluados**

##### **a. Porcentaje de prendimiento en campo**

La evaluación del porcentaje de prendimiento se realizó en campo definitivo, en la etapa fenológica de establecimiento del cultivo, donde se evaluaron todas las plantas que lograron el prendimiento en un período de 15 días después del trasplante.



Foto 16: Plantas que lograron prendimiento en campo.

##### **b. Altura de planta**

Se evaluó semanalmente la altura de 10 plantas de cada tratamiento, en el período vegetativo del cultivo, tomando como punto de referencia el tallo visible (nivel del suelo), y la hoja terminal.

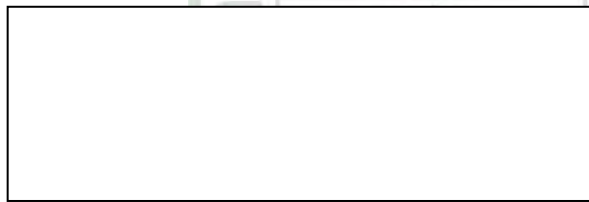


Foto 17: Evaluación de altura de planta

### c. Enfermedades:

#### - Incidencia

Durante el período vegetativo del cultivo se evaluaron 10 plantas por tratamientos, contabilizando las hojas enfermas que presentaba cada planta, así como también el número total de hojas, para obtener el porcentaje de acuerdo a la fórmula siguiente:



El cultivo de repollo presentó mayor incidencia en la enfermedad denominada tizón foliar (*Alternaria brassicicola*).



Foto 18: Hojas de repollo atacadas por alternaria

#### - Severidad

Se contabilizó el número de manchas que presentó cada hoja de las plantas evaluadas, para posteriormente obtener un promedio y por ende obtener mediante el cuadro de severidad el grado de ataque de la enfermedad.

#### **d. Número de hojas por planta.**

Se evaluaron 10 plantas de cada tratamiento semanalmente, durante el período vegetativo del cultivo, contabilizando las hojas que presentaba cada planta para hacer las comparaciones correspondientes en forma visual.



Foto 19: Hojas que presentó la planta de repollo.

#### **e. Diámetro de cabezas**

Se tomaron medidas del diámetro de 10 cabezas de repollo por cada tratamiento, en la etapa de formación de cosecha, aquellas que se encontraban en su madurez fisiológica, compacta y bien desarrollada, utilizando como instrumento de medida el centímetro a una escala de 1/100.



Foto 20: Cabezas de repollo.



#### **f. Peso del fruto**

Se registró el peso de 10 cabezas de repollo cosechadas por cada tratamiento, en la etapa final del cultivo que viene a ser la etapa de maduración, se procedió a dejar algunas hojas para la protección de las cabezas tal como lo exige el mercado que posteriormente son desechadas, luego se comparó el rendimiento en kg por tratamiento.

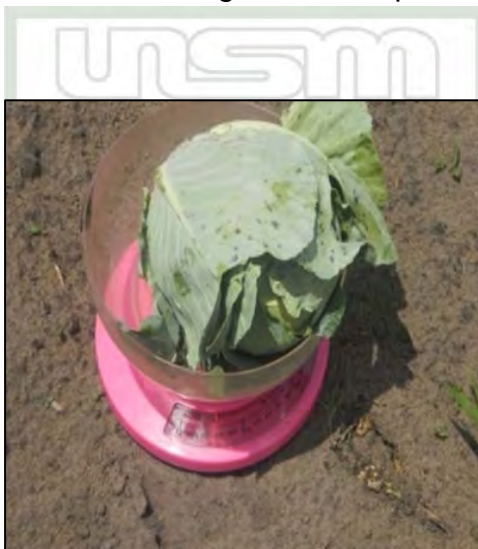


Foto 21: Peso de las cabezas de repollo.

#### **g. Rendimiento**

Luego de la etapa final del cultivo que viene a ser la maduración, se realizó la cosecha total para determinar el rendimiento en kg que se obtuvo del cultivo, con el objeto de realizar las comparaciones correspondientes.



Foto 22: Rendimiento total

## V. RESULTADOS

### 5.1. Porcentaje de prendimiento en campo definitivo.

Cuadro 11: ANVA para el prendimiento de plantas de repollo en campo definitivo

(Datos transformados arco seno  $\sqrt{x}$ ).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	77,49	25,83	0,94	0,4422	NS
<b>Tratamientos</b>	6	695,27	115,87	4,21	0,0080	**
<b>Error experimental</b>	18	494,91	27,49			
<b>Total</b>	27	1267,68				

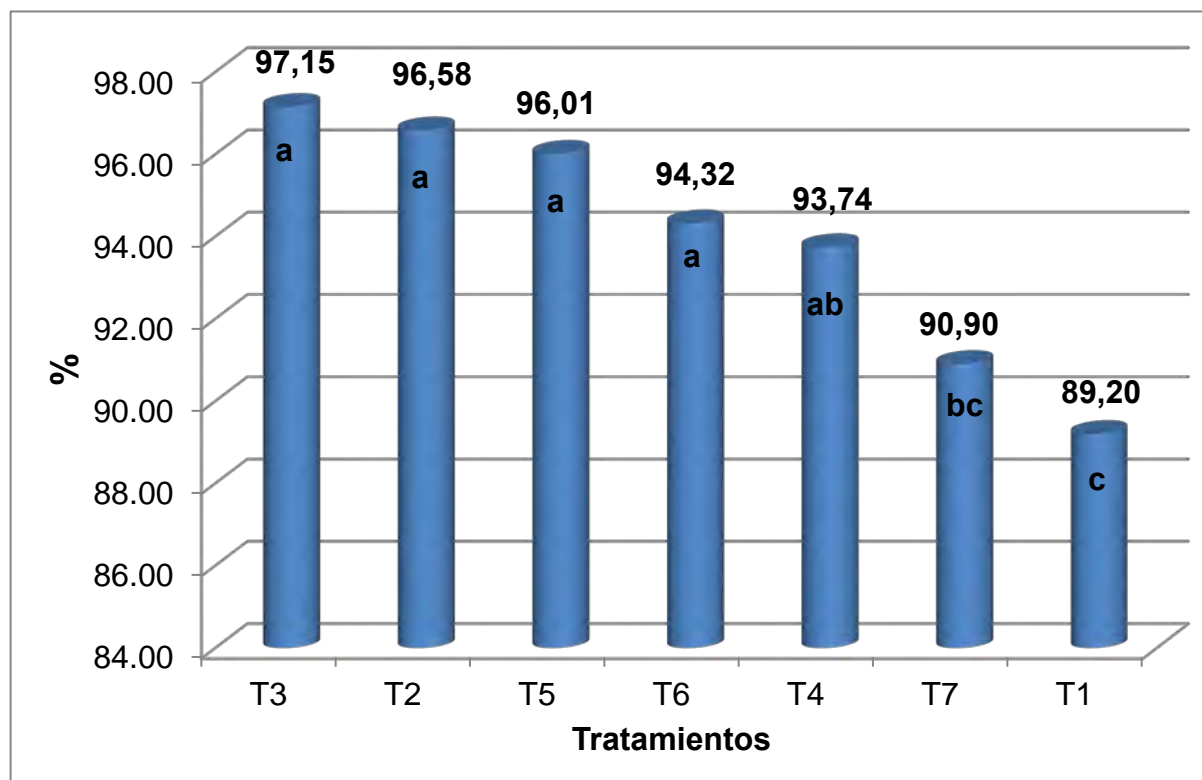
$$R^2 = 61 \%$$

$$C.V. = 7,36 \%$$

$$S_{\bar{X}} = 5,24$$

$$\bar{X} = 71,16$$

Gráfico 1: Prueba de Duncan (0,05) para el porcentaje de prendimiento de plantas de repollo en campo definitivo (Datos originales).



## 5.2. Altura de planta (cm).

Cuadro 12: ANVA para altura de la planta en centímetros (cm) a 51 días después del trasplante.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	11,17	3,72	1,36	0,2878	NS
<b>Tratamientos</b>	6	113,29	18,88	6,88	0,0006	**
<b>Error experimental</b>	18	49,42	2,74			
<b>Total</b>	27	173,88				

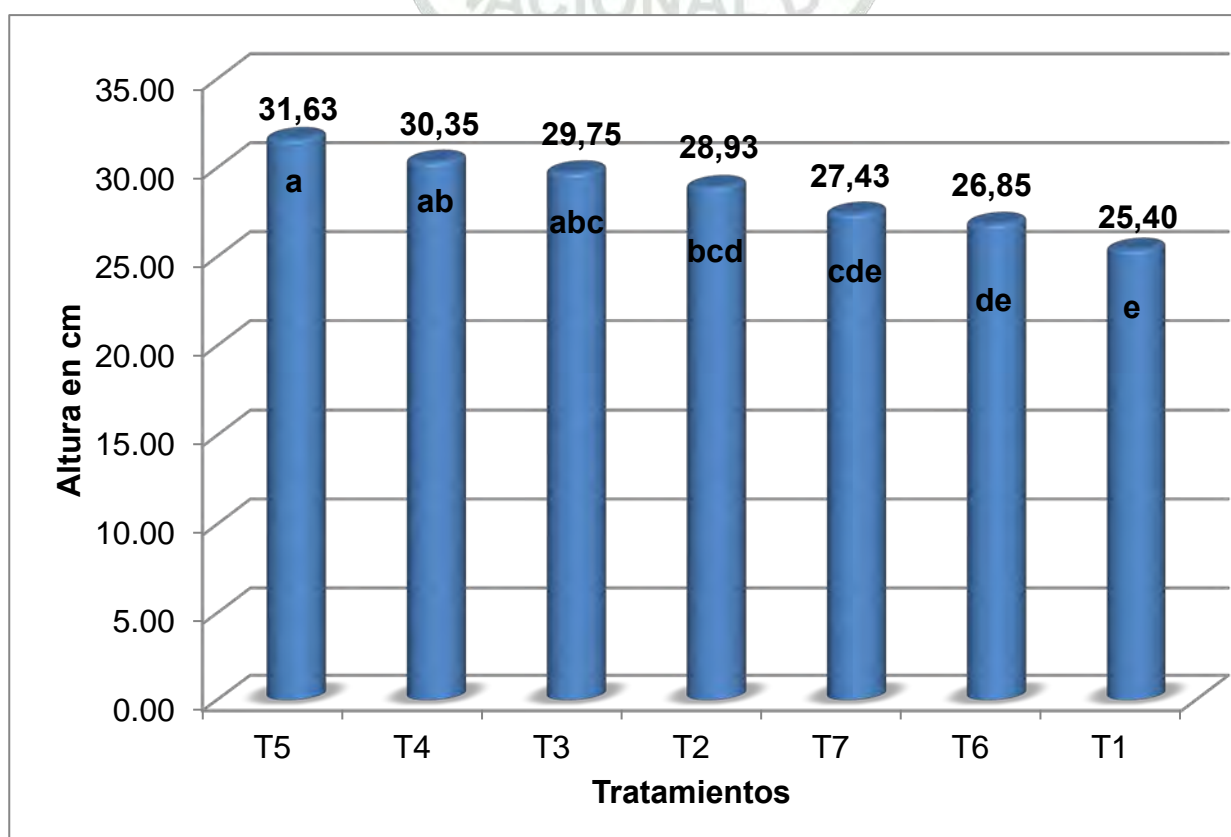
$$R^2 = 71 \%$$

$$C.V. = 5,78 \%$$

$$S_{\bar{X}} = 1,65$$

$$\bar{X} = 28,61$$

Gráfico 2: Prueba de Duncan (0,05) para la altura de la planta en centímetros (cm) a 51 días después del trasplante.





### 5.3. Número de hojas

Cuadro 13: ANVA para el número de hojas por planta a 51 días después del trasplante (Datos transformados  $\sqrt{x}$ ).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	0,06	0,02	1,68	0,2074	NS
<b>Tratamientos</b>	6	0,42	0,07	5,74	0,0017	**
<b>Error experimental</b>	18	0,22	0,01			
<b>Total</b>	27	0,70				

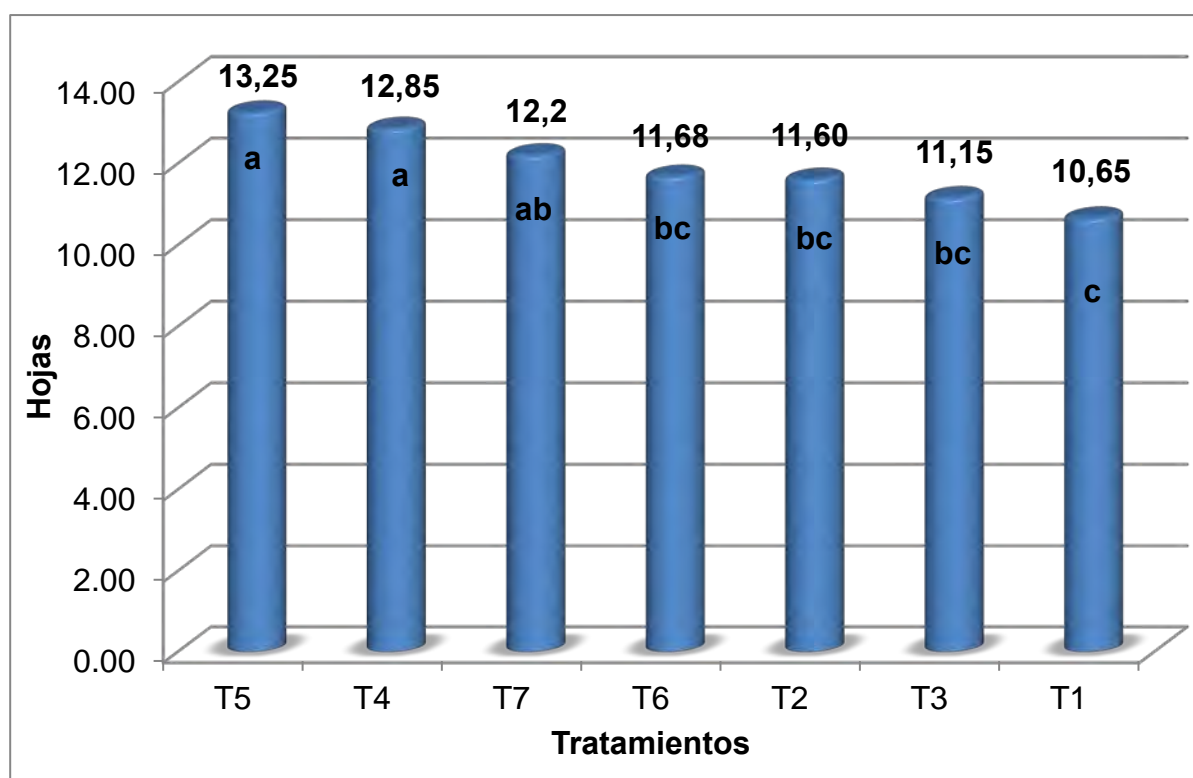
$$R^2 = 69 \%$$

$$C.V. = 3,21 \%$$

$$S_{\bar{X}} = 0,11$$

$$\bar{X} = 3,44$$

Gráfico 3: Prueba de Duncan (0,05) para el número de hojas por planta a 51 días después del trasplante (Datos originales).



#### 5.4. Diámetro de cabezas

Cuadro 14: ANVA para el diámetro de cabezas de repollo cosechados.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	21,08	7,02	0,98	0,4252	NS
<b>Tratamientos</b>	6	343,99	57,33	7,98	0,0003	**
<b>Error experimental</b>	18	129,35	7,18			
<b>Total</b>	27	494,42				

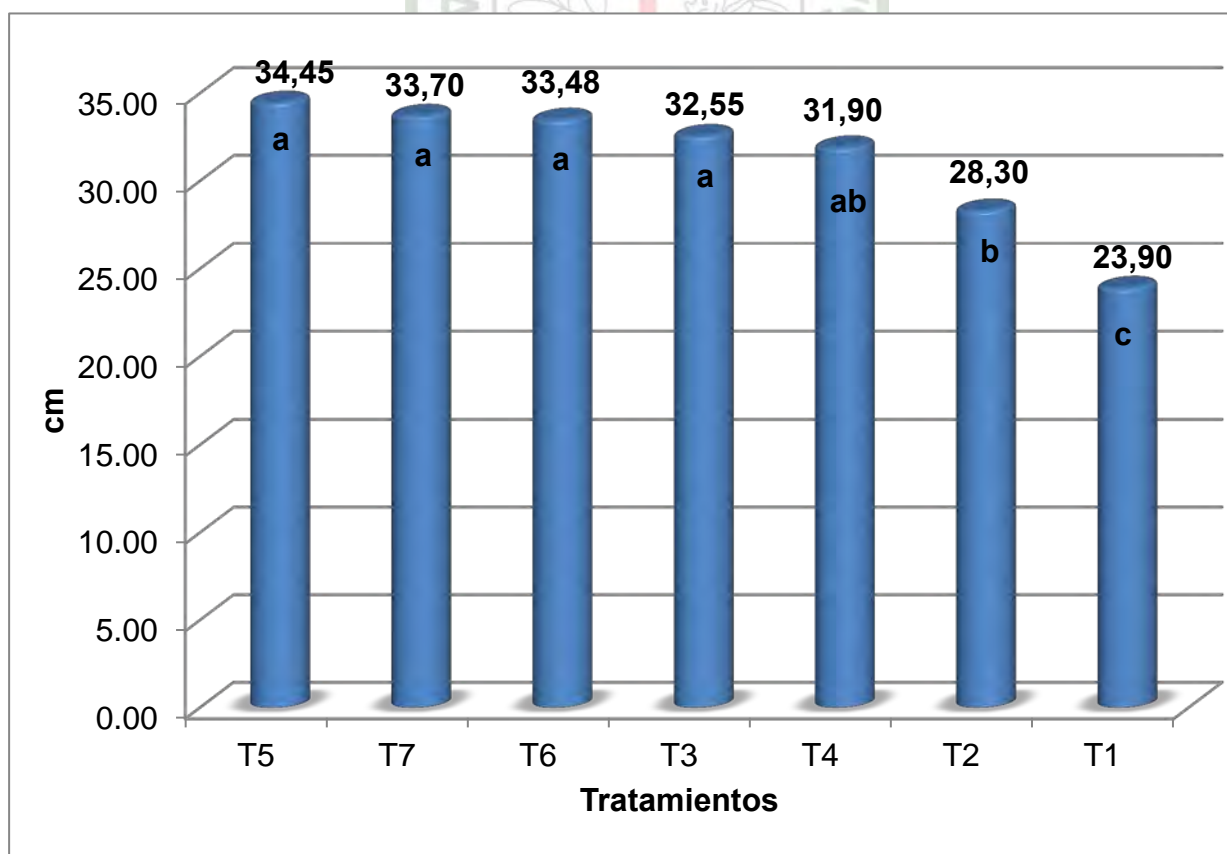
$$R^2 = 73 \%$$

$$C.V. = 8,59 \%$$

$$S\bar{X} = 2,68$$

$$\bar{X} = 31,18$$

Gráfico 4: Prueba de Duncan (0,05) para el diámetro de cabezas de repollo cosechados.



## 5.5. Peso de cabezas

Cuadro 15: ANVA para el peso en g de cabezas de repollo cosechados.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	3571,86	1190,62	0,76	0,5312	NS
<b>Tratamientos</b>	6	168032,99	28005,49	17,87	0,0001	**
<b>Error experimental</b>	18	28209,72	1567,20			
<b>Total</b>	27	199814,58				

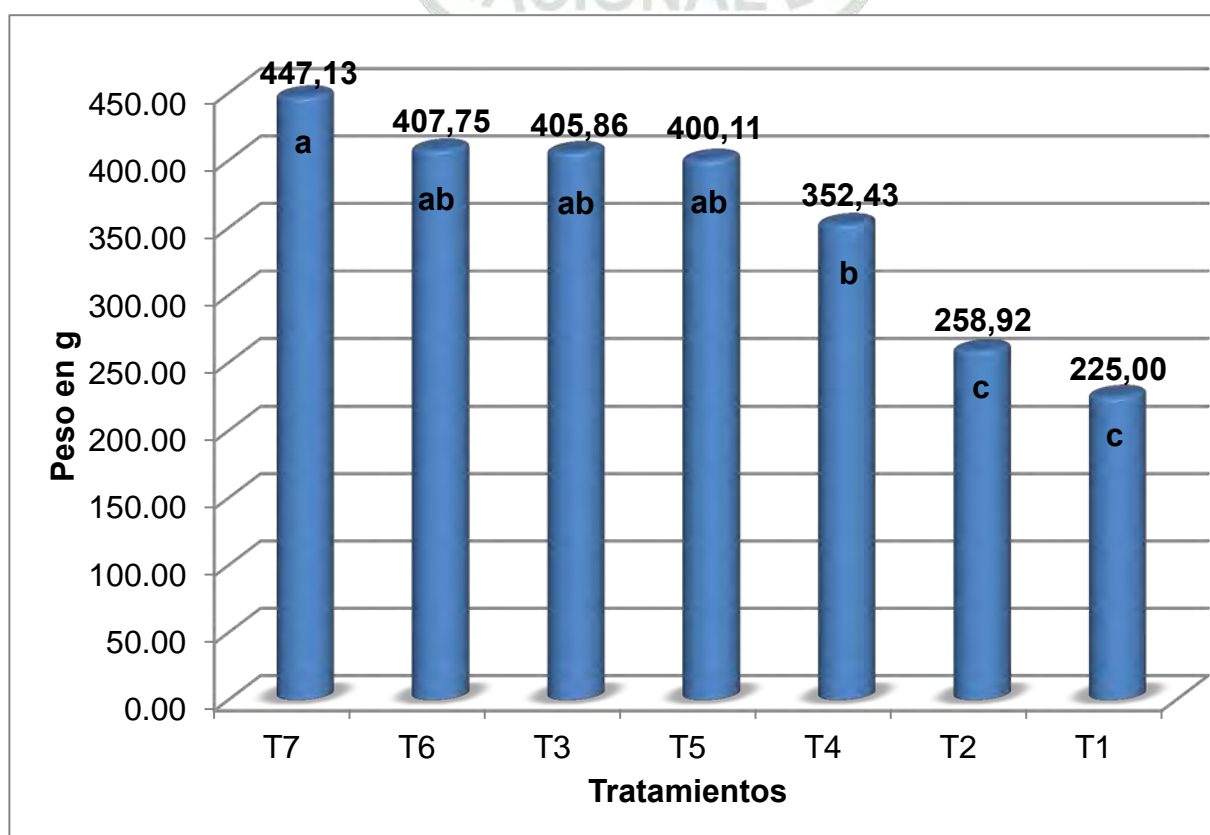
$$R^2 = 85 \%$$

$$C.V. = 11,09 \%$$

$$S_{\bar{X}} = 39,58$$

$$\bar{X} = 356,74$$

Gráfico 5: Prueba de Duncan (0,05) para el peso de cabezas de repollo cosechados por planta.



## 5.6. Rendimiento por parcela experimental

Cuadro 16: ANVA para el rendimiento en kg de cabezas de repollo cosechados por parcela experimental.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	6,95	2,32	0,76	0,5294	NS
<b>Tratamientos</b>	6	325,22	54,20	17,86	0,0001	**
<b>Error experimental</b>	18	54,61	3,03			
<b>Total</b>	27	386,78				

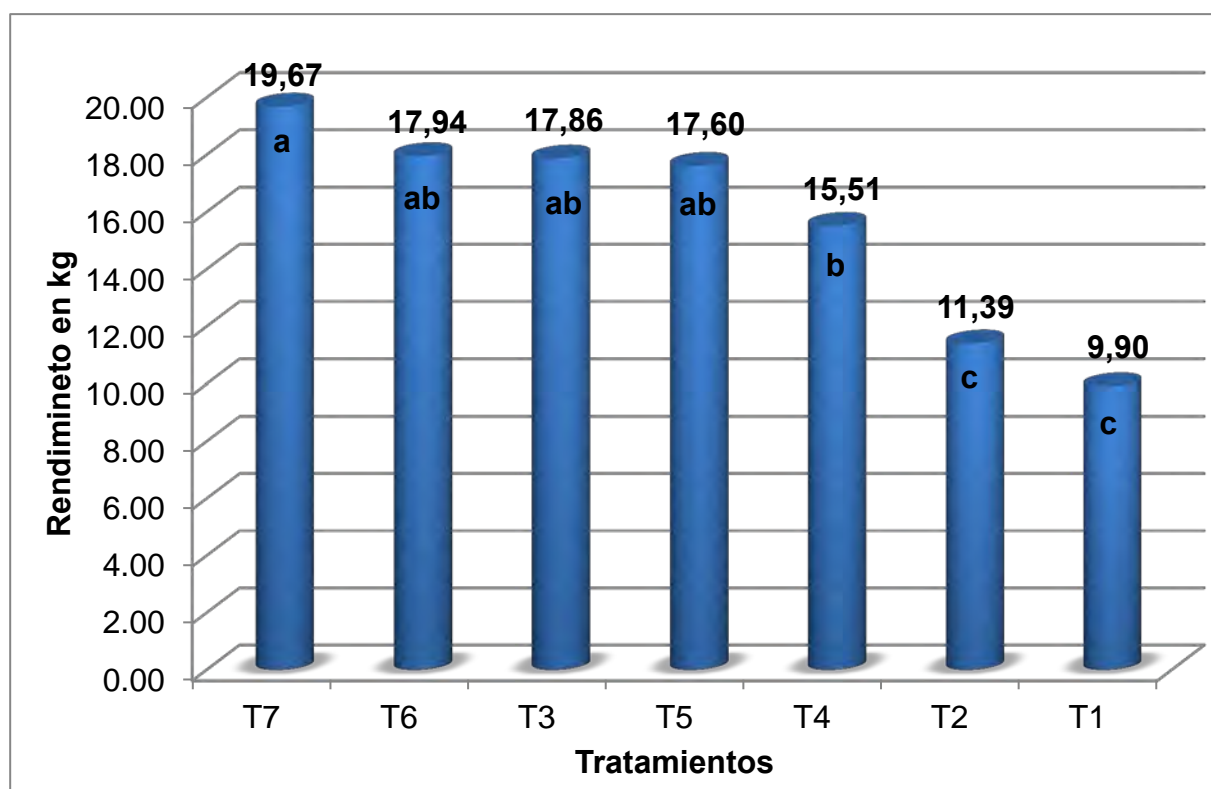
$$R^2 = 86 \%$$

$$C.V. = 11,10 \%$$

$$S_{\bar{X}} = 1,74$$

$$\bar{X} = 15,70$$

Gráfico 6: Prueba de Duncan (0,05) para el rendimiento en kg de cabezas de repollo cosechados por parcela experimental.



### 5.7. Rendimiento en t/ha

Cuadro 17: ANVA para el rendimiento en t/ha de las cabezas de repollo cosechados.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	6,2	2,06	0,76	0,533	NS
<b>Tratamientos</b>	6	291,8	48,64	17,87	0,0001	**
<b>Error experimental</b>	18	48,98	2,72			
<b>Total</b>	27	347,00				

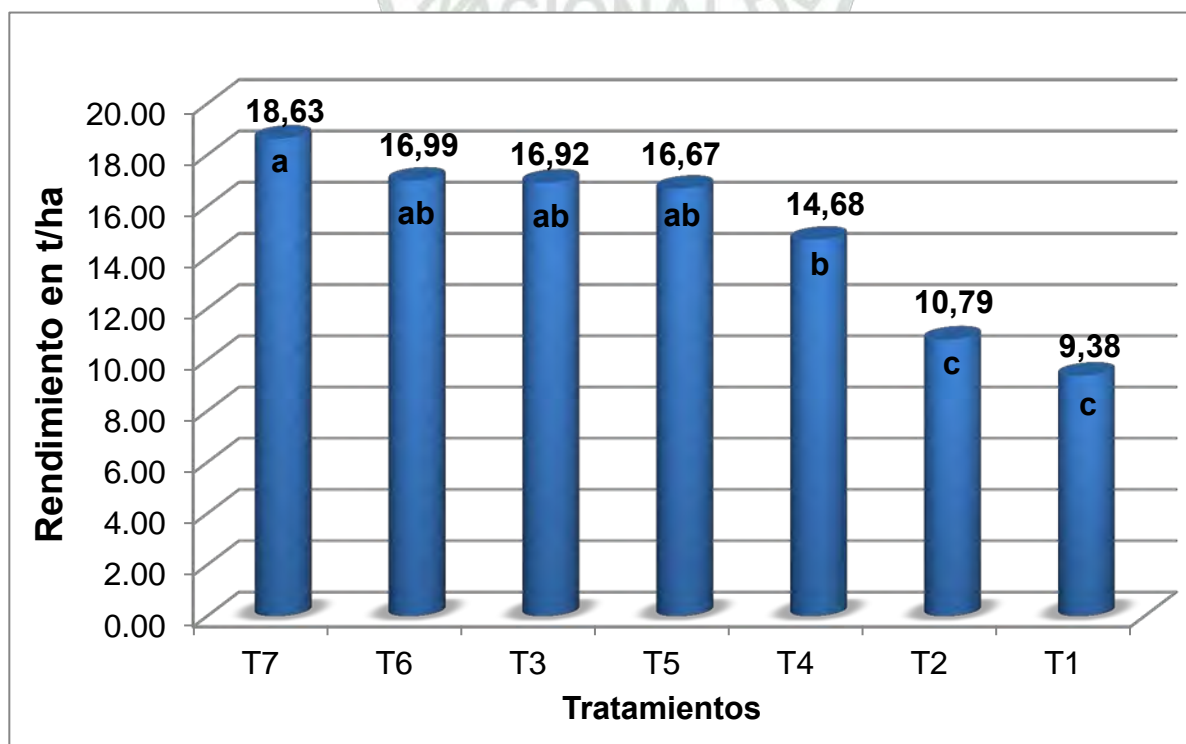
$$R^2 = 86 \%$$

$$C.V. = 11,10 \%$$

$$S = 1,65$$

$$\bar{X} = 14,86$$

Gráfico 7: Prueba de Duncan (0,05) para el rendimiento en t/ha de cabezas de repollo.



## 5.8. Aspectos fitosanitarios

### 5.8.1. Incidencia

Cuadro 18: ANVA para el daño ocasionado por tizón foliar (*Alternaria brassicicola*) en el cultivo de repollo (Datos transformados arco seno  $\sqrt{x}$ ).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F.C	P-valor	Signific.
<b>Bloque</b>	3	255.3340	85.111	2.97	0.0593	NS
<b>Tratamientos</b>	6	375.063	62.510	2.18	0.0931	*
<b>Error experimental</b>	18	515.426	28.634			
<b>Total</b>	27	1145.824				

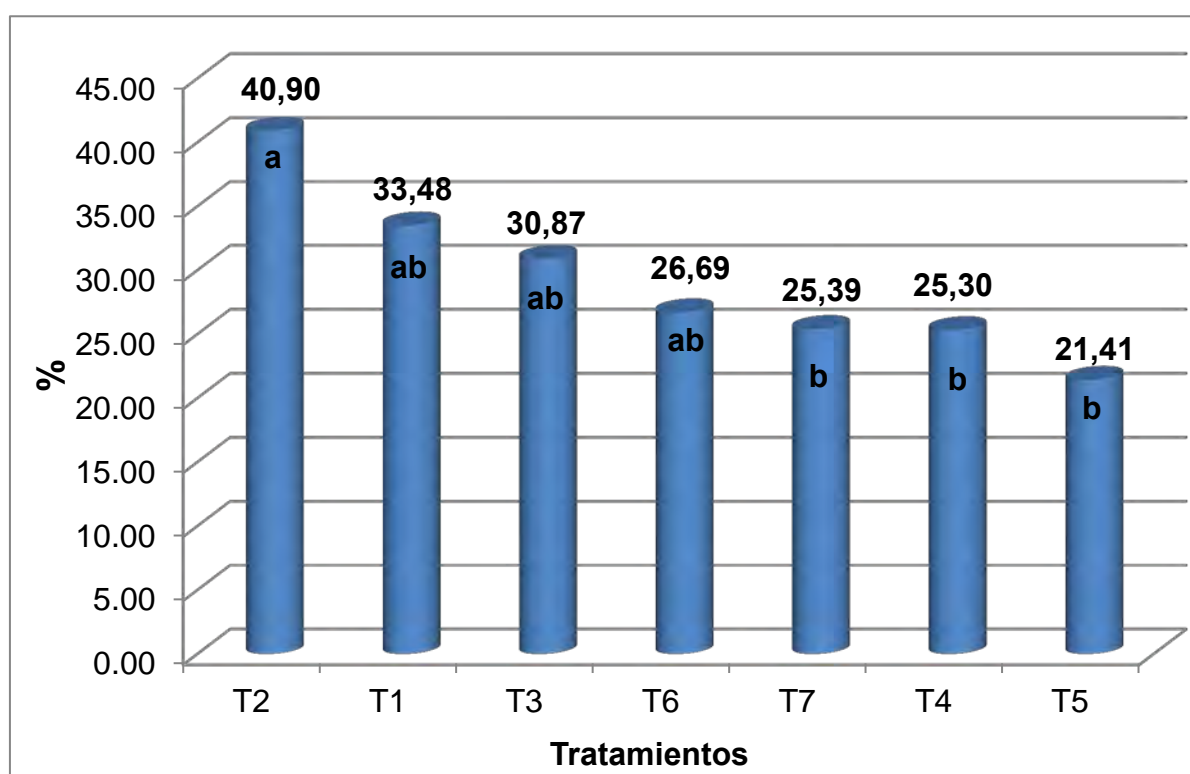
$$R^2 = 55 \%$$

$$C.V. = 31,36 \%$$

$$S_{\bar{X}} = 5,35$$

$$\bar{X} = 17,05$$

Gráfico 8: Prueba de Duncan (0,05) para el daño ocasionado por tizón foliar (*Alternaria brassicicola*) en el cultivo de repollo (Datos originales).



### 5.8.2. Severidad

Cuadro 19: Severidad del daño ocasionado por tizón foliar (*Alternaria brassicicola*) en el cultivo de repollo.

SEVERIDAD		
TTOS	AFA (Área foliar afectada) %	GRADO
T1	33,75	5
T2	33,5	5
T3	12,33	3
T4	24,25	4
T5	21,00	4
T6	5,5	2
T7	4,33	2

### 5.9. Análisis económico

Cuadro 20: Análisis económico para la producción del cultivo de repollo.

Ttos	Rdto (kg/ha)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	C/B	Rentabilidad (%)
T1	9375,00	5858,16	0,50	4687,50	-1170,66	0,80	-19,98
T2	10788,19	8418,96	0,50	5394,10	-3024,86	0,64	-35,93
T3	<b>16910,84</b>	<b>8894,16</b>	<b>0,70</b>	<b>11837,59</b>	<b>2943,43</b>	<b>1,33</b>	<b>33,09</b>
T4	14684,52	9369,36	0,70	10279,17	909,81	1,10	9,71
T5	16671,15	9844,56	0,70	11669,80	1825,24	1,19	18,54
T6	16989,58	10319,76	0,70	11892,71	1572,95	1,15	15,24
T7	18630,21	11052,36	0,70	13041,15	1988,79	1,18	17,99

El precio de venta al mercado fue determinado en 2 precios: S/. 0,70 para las cabezas grandes, succulentas y sin mancha aceptables por el mercado y a S/ 0,50 para las cabezas de repollo que presentaron manchas en las hojas y cabezas; y con poco peso.



## VI. DISCUSIONES

### 6.1. Del porcentaje de prendimiento

En el cuadro 11, del análisis de varianza para el prendimiento de plantas de repollo en campo definitivo, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques el cual nos da a entender que los bloques han mostrado homogeneidad; asimismo se observa que entre tratamientos existe alta diferencia significativa el cual determina que la aplicación de roca fosfórica tiene efecto respecto al prendimientos de plantas en el cultivo de repollo; por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos en 60,95 %, el cual explica medianamente la relación entre tratamientos estudiados y la evaluación del porcentaje de prendimiento de plantas en campo, el coeficiente de variabilidad (CV) obtenido es de 7,36 % demostrando así que las evaluaciones del experimento realizado en campo se encuentran en el rango de aceptabilidad (Calzada, 1970).

En el gráfico 1 (Prueba de Duncan), podemos observar que para el prendimiento de plantas de repollo en campo definitivo el T3 (500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus), T2 (4000 kg/ha humus), T5 (1500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) y T6 (2000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 97,15; 96,58; 96,01 y 94,32 % respectivamente resultaron ser estadísticamente iguales, pero diferentes a los demás tratamientos, en cambio el T4 (1000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 93,74 % de prendimiento, resultó ser estadísticamente diferente a los demás tratamientos siendo el tratamiento con un promedio intermedio de prendimiento, sin embargo el T7 (2500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 90,90 % resultó estadísticamente diferente, no presentó mayor prendimiento debido al exceso de roca fosfórica aplicada, esto debió bloquear al resto de los nutrientes que se

encuentran en el suelo y no permitió a la planta fijar las raíces con mayor rapidez, por otro lado el T1 (Testigo) con 89,20 % de prendimiento fue el tratamiento donde se presentaron mayor cantidad de plantas muertas debido a que no se aplicó ningún abono o fertilizante tal como lo señala Añez y Tavira (1984), cuando refiere que las plantas de repollo tiene sistema radicular reducido, superficial, que limita la capacidad exploratoria del suelo, haciendo a la planta muy sensible a falta de agua y a otros elementos. Asimismo, ([www.agrosecura.com.pe](http://www.agrosecura.com.pe), visitada el 04 de Junio del 2012) señala que la aplicación de roca fosfórica fomenta el enriquecimiento del suelo y facilita la formación de raíces. Por otro lado Steward (1963), indica que el fósforo promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces

## **6.2. De la altura de planta (cm)**

En el cuadro 12, del análisis de varianza para la altura de plantas a 51 días después del trasplante, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, el cual nos da a entender que los bloques han mostrado homogeneidad; sin embargo entre tratamientos se observa alta diferencia significativa el cual determina que la aplicación de roca fosfórica tiene efecto respecto a la altura de plantas en el cultivo de repollo; por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido de 71 %, es un indicador que explica muy bien el efecto de la dosis de roca fosfórica aplicado sobre la altura de planta, el coeficiente de variabilidad (CV) es de 5.78 % demostrando así que las evaluaciones del experimento realizado en campo se encuentran en el rango de aceptabilidad (Calzada, 1970).

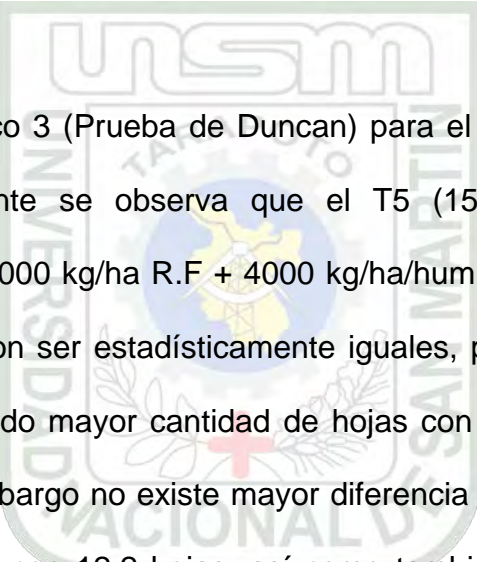
En el gráfico 2 (Prueba de Duncan) para la altura de planta a 51 días después del trasplante, se observa que el T5 (1500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus) con 31,63 cm resultó ser estadísticamente diferente a los demás tratamientos ya que

obtuvo mayor altura con respecto a la aplicación de roca fosfórica, sin embargo el T4 (1000 kg/ha R.F+ 4000 kg/ha/humus), T3 (500 kg/ha R.F+ 4000 kg/ha/humus), T2 (4000 kg/ha humus), T7 (2500 kg/ha R.F+ 4000 kg/ha/humus) y T6 (2000 kg/ha R.F+ 4000 kg/ha/humus) con 30,35; 29,75; 28,93; 27,43 y 26,85 cm respectivamente, fueron los que obtuvieron altura de planta intermedia, sin embargo el T1 (Testigo) con 25,40 cm fue el que obtuvo menor altura de planta en cm, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos; esto nos da a entender que la fuente de fósforo aplicado mediante la roca fosfórica no es tan imprescindible para el crecimiento vertical de las plantas de repollo, por lo consiguiente al ser aplicado en exceso se obtendrán plantas de buen tamaño como se observa en el T6 (2000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) pero esto no indica que sea la dosis correcta, sin embargo si no se aplica se obtendrán plantas pequeñas de tamaño, tal como lo menciona Montenegro (1991), que los requerimientos de fósforo en las plantas de repollo no son elevados, sin embargo, si no es suministrado, no se produce buen desarrollo. En cuanto a Ríos y Sánchez (1993), manifiestan que la importancia de aplicar humus de lombriz en los suelos estimula el desarrollo de las plantas.

### **6.3. Del número de hojas**

En el cuadro 13, el análisis de varianza para el número de hojas a 51 días después del trasplante, se observa que no hay diferencia significativa entre bloques lo cual indica que los bloques han mostrado homogeneidad, sin embargo entre tratamientos se observa una alta diferencia significativa el cual determina que la aplicación de roca fosfórica tiene efecto respecto al número de hojas en el cultivo de repollo; por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos en un 68,69 %, es decir que la evaluación de número de hojas

en los tratamientos es un indicador que explica medianamente la relación entre los tratamientos estudiados y el efecto de la dosis de roca fosfórica y humus de lombriz aplicado sobre el número de hojas, el coeficiente de variabilidad (CV) obtenido con un valor de 3,21 % se enmarca dentro de lo permisible para las evaluaciones de campo (Calzada, 1970).



Asimismo en el gráfico 3 (Prueba de Duncan) para el número de hojas a 51 días después del trasplante se observa que el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) y T4 (1000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 13,25 y 12,85 hojas en promedio resultaron ser estadísticamente iguales, pero diferentes a los demás tratamientos obteniendo mayor cantidad de hojas con respecto a la aplicación de roca fosfórica, sin embargo no existe mayor diferencia entre el T7 (2500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 12,2 hojas, así como también el T6 (2000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus), T2 (4000 kg/ha humus) y T3 (500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 11,68; 11,60 y 11,15 hojas en promedio resultaron ser estadísticamente iguales, sin embargo el T1 (Testigo) presentó 10,65 hojas en promedio siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, presentando la menor cantidad de hojas, esto debido a que no se aplicó roca fosfórica y humus. Como se puede observar en el gráfico 3 todos los tratamientos se encuentran en un promedio similar de número de hojas, esto lo señala (Fundación de Desarrollo Agropecuario - FDA, 1993) donde menciona que las plantas de repollo luego de recuperarse del estrés del trasplante, entran en una fase de rápido aumento de biomasa, el área foliar se incrementa rápidamente.

#### 6.4. Del diámetro de cabezas (cm)

En el cuadro 14, el análisis de varianza para el diámetro de cabezas de repollo a la cosecha se puede observar que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual indica que los bloques han mostrado homogeneidad; sin embargo entre tratamientos se observa alta diferencia significativa el cual la aplicación de roca fosfórica influyó en el diámetro de cabezas de repollo. Por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos en un 73 %, es decir que la evaluación de diámetro de cabezas en los tratamientos es un indicador que explica muy bien el efecto de la dosis de roca fosfórica aplicado sobre el diámetro de cabeza, y el coeficiente de variabilidad (CV) obtenido es de 8,59 % indicando que el trabajo de investigación se encuentra en los rangos permisibles de aceptación (Calzada, 1970).

Además se puede observar en el gráfico 4 (Prueba de Duncan) que el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), T6 (2000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) y T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) con 34,45; 33,70; 33,48 y 32,55 cm respectivamente son estadísticamente iguales, esto quiere decir que los tratamientos con dosis más elevadas de roca fosfórica obtuvieron mayor diámetro de cabeza por planta. También se puede observar que el T4 (1000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) con 31,90 cm es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, así como el tratamiento T2 (4000 kg/ha de humus) con 28,30 cm es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, porque obtuvo menor diámetro de cabeza de repollo en comparación al resto de los tratamientos, pero respecto al T1 (Testigo) fue mayor, ya que el T1 (Testigo) con 23,90 cm fue el que obtuvo menor diámetro de cabeza de repollo, esto nos indica que la aplicación de roca fosfórica ayudó en la formación

de cabeza de repollo pero no en su totalidad tal como lo corrobora Alt (1999), mencionando que la cabeza del repollo su tamaño es variable (relacionado a cultivar y a condiciones ambientales donde se desarrolla la planta), normalmente de 20 a 30 cm de diámetro, pero puede llegar a 50 cm. En cuanto a Ríos y Sánchez (1993), señalan que la aplicación de humus de lombriz estimula el desarrollo de los frutos y aumenta la producción.

#### **6.5. Del peso de cabezas (g)**

En el cuadro 15, el análisis de varianza para el peso de cabeza de repollo cosechado por planta nos muestra que no existe diferencia significativa entre bloques, el cual nos indica que los bloques han mostrado homogeneidad; sin embargo entre tratamientos se observa que existe alta diferencia significativa el cual nos da a entender que las dosis de roca fosfórica influyeron en el peso de las cabeza de repollo. Por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos en un 85 %, es decir que la evaluación del peso de cabezas en los tratamientos es un indicador que explica muy bien el efecto de la dosis de roca fosfórica aplicado sobre el peso de cabezas de repollo, un coeficiente de variabilidad (CV) de 11,09 % demostrando así que los datos se encuentran en el rango de aceptabilidad (Calzada, 1970).

En el gráfico 5 (Prueba de Duncan) para el peso de cabezas en g nos muestra claramente que el tratamiento que obtuvo mayor peso fue el T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), con 447,13 g, por lo tanto es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, así mismo se puede notar que el T6 (2000 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus), T3 (500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus) y el T5 (1500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus) con 407,75; 405,86 y 400,11 g respectivamente son



estadísticamente iguales, esto se manifiesta en promedios similares al T7(2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) ya que son tratamientos que fueron fertilizados con roca fosfórica, por otro lado el T4 (1000 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus) con 352,43 g se encuentra en promedio intermedio de peso de cabeza, sin embargo el T2 (4000 kg/ha de humus) y el T1 (Testigo) con 258,92 y 225,00 g respectivamente resultaron con menor peso de cabezas, por un lado el T2 (4000 kg/ha de humus) por haberse aplicado solo humus y el T1 (Testigo) por representar el testigo al cual no se le aplicó ningún abono. Esto nos da a entender que las diferentes dosis de roca fosfórica ayudaron a que las cabezas de repollo sean más compactas y de buen peso comparándolas con el T2 (4000 kg/ha de humus) y T1 (Testigo) que fueron cabezas de repollo con poco peso, esto es corroborado por Jakse y Mihelic (1999), donde mencionan que los rendimientos de materia seca de repollo con fertilizantes minerales fueron dos veces más altos que los obtenidos con fertilizantes orgánicos. Esto se debió a que las plantas fueron más desarrolladas y las cabezas fueron más grandes (largas y anchas) y más compactas.

#### **6.6. Del rendimiento por parcela experimental**

Como se detalla en el cuadro 16, del análisis de varianza para el rendimiento en kg por parcela, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual nos indica que los bloques han mostrado homogeneidad. Sin embargo entre tratamientos se observa que existe alta diferencia significativa lo cual nos da a entender que las dosis de roca fosfórica influyeron en el rendimiento del cultivo. Por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos en un 86 %, es decir que el rendimiento en kg por parcela es un indicador que explica muy bien el efecto de la dosis de roca fosfórica aplicado sobre el rendimiento por parcela, y un coeficiente de variabilidad (CV) de 11,10 %



demostrando así que los datos se encuentran en el rango de aceptabilidad (Calzada, 1970).

Asimismo en el grafico 6 de la prueba de Duncan, el T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 19,67 kg por parcela es estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, ya que éste fue el que presentó mayor rendimiento en kg por parcela. Por otro lado el T6 (2000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus), T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) y el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con un promedio de 17,94; 17,86 y 17,60kg por parcela respectivamente, resultaron ser estadísticamente iguales, obteniendo mayor rendimiento que el T4 (1000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con un promedio de 15,51 kg, éste a su vez superó al T2 (4000 kg/ha de Humus) y T1 (Testigo) con un promedio de 11,39 y 9,90 kg/ha respectivamente, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos ya que fueron los que presentaron menor rendimiento. Cabe recalcar que los tratamientos que presentaron aplicación de roca fosfórica más humus de lombriz obtuvieron mayor rendimiento sin embargo el porcentaje de materia orgánica como lo señala (Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, 2011) fue de 4.69 % que representa alta cantidad de materia orgánica presente en los suelos ácidos del Fundo Acaloma, pero no se encuentra disponible por la planta, es por eso que se adiciono humus de lombriz al momento de la fertilización, ya que posee una gran cantidad de nutrientes para la planta, tal como lo menciona Fuentes (1987), Novak (1990) y Gomero (1991) donde señalan que el humus es 5 veces más rico en nitrógeno asimilable, 11 veces más rico en fosfatos asimilables , 7 veces más rico en potasa asimilable y 3 veces más rico en magnesio asimilable.

### 6.7. Del rendimiento en t/ha

Como se muestra en el cuadro 17, del análisis de varianza para el rendimiento en t/ha, después de la aplicación de roca fosfórica, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual nos indica que los bloques han mostrado homogeneidad. Sin embargo entre tratamientos se observa que existe alta diferencia significativa lo cual nos da a entender que las dosis de roca fosfórica influyeron en el rendimiento del cultivo. Por otro lado el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos en un 86 %, es decir que el rendimiento en t/ha es un indicador que explica muy bien el efecto de la dosis de roca fosfórica aplicado sobre el rendimiento por hectárea, un coeficiente de variabilidad (CV) de 11,10 % demostrando así que los datos se encuentran en el rango de aceptabilidad (Calzada, 1970).

Asimismo en el grafico 7 de la prueba de Duncan, el T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 18,63 t/ha es estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, ya que éste fue el que presentó mayor rendimiento en t/ha. Por otro lado el T6 (2000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus), T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) y el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con un promedio de 16,99; 16,92 y 16,67 t/ha respectivamente, resultaron ser estadísticamente iguales, obteniendo mayor rendimiento que el T4 (1000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con un promedio de 14,68 t/ha, éste a su vez superó al T2 (4000 kg/ha de Humus) y T1 (Testigo) con un promedio de 10,79 y 9,38 t/ha respectivamente, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos ya que fueron los que presentaron menor rendimiento. Observando los promedios obtenidos se destaca que la dosis de roca fosfórica y humus de lombriz ayudaron significativamente a mejorar el rendimiento del cultivo, tal como lo corrobora

Chappa y Moncada (1992), en el trabajo de investigación realizado en un suelo ácido de la Banda de Shilcayo, Tarapoto (Perú), se evaluó dos fuentes y cuatro niveles de fósforo en el cultivo de maíz, trabajando con roca fosfórica de Bayovar y superfosfato triple de calcio en niveles de 60, 90, 180 y 270 kg/ha de  $P_2O_5$ . Se encontró que los mayores rendimientos se logró con roca fosfórica de Bayovar en sus niveles más altos dando un rendimiento en el cultivo de 865,90 kg/ha, superando al superfosfato triple de calcio que solo alcanzo 786,66 kg/ha también en su nivel más alto.

De igual manera, Aguirre (1996), al efectuar experimentos en la UNA “La Molina” con suelos ácidos de la sierra, evaluó fuentes de P en el rendimiento de la papa, con énfasis en la roca fosfatada y fuentes orgánicas, aplicando 160 kg de  $P_2O_5$ , 160 kg de N, 12 kg de  $K_2O$ , encontró que tanto la roca fosfórica de Bayovar como las fuentes orgánicas (guano de la isla rica y fosfohumus) tuvieron buenos rendimientos con 30,8 t/ha de papa. Estas experiencias y sus resultados confirman la viabilidad del uso de roca fosfórica combinada con fuentes solubles y materia orgánica en la agricultura para suelos pobres y ácidos.

## **6.8. Aspectos fitosanitarios**

### **6.8.1. De la incidencia**

En la cuadro 18, para el análisis de varianza del daño ocasionado por tizón foliar (*Alternaria brassicicola*) en el cultivo de repollo se observa que entre bloques no hubo diferencia significativa lo cual nos indica que los bloques han mostrado homogeneidad entre ellos. Asimismo entre tratamientos se observó una diferencia significativa con respecto al ataque de tizón foliar en el cultivo de repollo esto determina que la aplicación de las diferentes dosis de roca fosfórica tuvieron

influencia entre tratamientos donde se notó diferencia en el ataque de la enfermedad hacia el cultivo. Por otro lado se obtuvo un coeficiente de variabilidad (CV) de 31,36 % el cual no se enmarca dentro del rango permisible para las evaluaciones de campo debido a los factores de temperatura, humedad, etc; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos hasta un 55,01 % lo cual nos indica que la presente variable de incidencia no es un indicador que explica el ataque de la enfermedad (*Alternaria brassicicola*) con respecto a la aplicación de roca fosfórica (Calzada, 1970).

Además en el gráfico 8 (Prueba de Duncan) se puede observar que el T2 (4000kg/ha de humus) con 40,90 % de hojas afectadas es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, éste se vio infestado en mayor proporción por la enfermedad, por otro lado el T1 (Testigo), T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) y T6 (2000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 33,48; 30,87 y 26,69 % de hojas afectadas respectivamente son estadísticamente iguales siendo los segundos con respecto al ataque de *Alternaria brassicicola*, sin embargo T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus), T4 (1000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) y T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 25,39; 25,30 y 21,41 % de hojas afectadas respectivamente presentó menor incidencia al ataque de la enfermedad *Alternaria brassicicola*, esto nos indica que la aplicación de roca fosfórica y humus de lombriz ayudó a la planta a ser resistente al ataque de enfermedades que se presentó durante la etapa del cultivo de repollo, tal como lo señala Ríos y Sánchez (1993), donde la importancia del humus de lombriz está en que actúa como sustancia activadora de microorganismos benéficos e inhibidores de microorganismos perjudiciales para la planta.

### 6.8.2. De la severidad

Al observar el cuadro 19, la severidad de la enfermedad tizón foliar (*Alternaria brassicicola*), incidió más en los tratamientos T1, T2, T4 y T5; cuyos promedios fueron de 33 a 21% de área foliar afectada. Asimismo los tratamientos que presentaron menor severidad fueron T3, T6 y T7 con 12,33; 5,5 y 4,33 % respectivamente de área foliar afectada. Esto nos indica que la presencia de la enfermedad fue favorecida por la alta humedad durante los meses de desarrollo del cultivo, tal como lo señala Fuentes (2003), donde la enfermedad es favorecida por humedades altas y se puede corroborar con (SENAMHI, 2011) donde en los meses de Noviembre y Diciembre se presentó un promedio de 83,2 % de humedad relativa.

### 6.9. Del análisis económico

En el cuadro 20, para el análisis económico, se puede observar que el tratamiento que resultó más rentable fue el T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con una rentabilidad de 33.09 %, esto nos explica que para obtener un buen rendimiento en el cultivo de repollo es necesario aplicar roca fosfórica en bajas dosis como lo demuestra el trabajo de investigación, así mismo la aplicación con roca fosfórica y humus de lombriz ayudó a mejorar el rendimiento del cultivo, es una alternativa para ayudar a mejorar suelos ácidos como es el caso del fundo Aucasoma, esto es corroborado por Morillo (2007), que uno de los problemas de los suelos ácidos es la deficiencia de fósforo. La aplicación directa al suelo de roca fosfórica representa una alternativa que ha tomado importancia por su costo más bajo y ha sido utilizada como fertilizante fosforado por varias décadas, no sólo por su valor agronómico como fuente de P sino también como fuente de Ca para el cultivo. Asimismo Chappa y Moncada (1992), señalan que en el precio por

unidad de  $P_2O_5$ , los costos de las fuentes de fósforo (ST y RFB), se pudo obtener un menor valor económico de la Roca Fosfórica de Bayovar, comparándola con el superfosfato triple de calcio, haciéndola más accesible al agricultor por su menor costo por unidad de  $P_2O_5$ .





## VII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

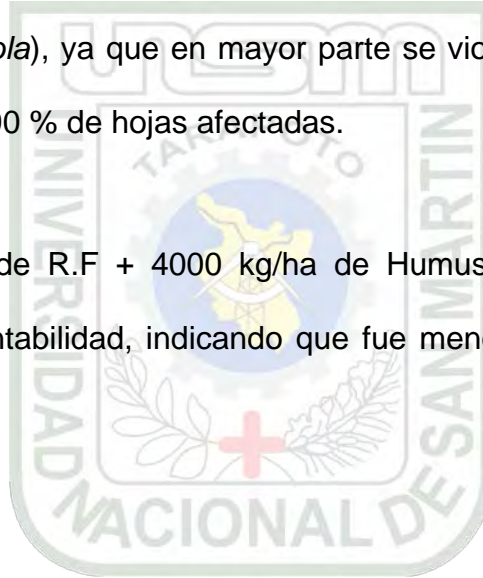
- 7.1. En el establecimiento del cultivo de repollo los tratamientos T3 (500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus), T2 (4000 kg/ha humus), T5 (1500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) y T6 (2000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 97,15; 96,58; 96,01 y 94,32 % respectivamente lograron un buen prendimiento en campo definitivo, demostrando que el uso de roca fosfórica y humus de lombriz reaccionaron favorablemente.
- 7.2. En el periodo vegetativo del cultivo, el T5 (1500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus) presentó mayor altura de planta con 31,63 cm en la última evaluación realizada.
- 7.3. El mayor número de hojas que alcanzó las plantas durante el periodo vegetativo del cultivo fue el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) y T4 (1000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 13,25 y 12,85 hojas en promedio respectivamente.
- 7.4. El mayor diámetro de cabezas que se presentó en la maduración del cultivo fueron el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), T6 (2000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) y T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) con 34,45; 33,70; 33,48 y 32,55 cm respectivamente, gracias a las propiedades nutritivas que presenta la roca fosfórica y el humus de lombriz.
- 7.5. El mayor rendimiento lo obtuvo el T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 18,63 t/ha, con un promedio de peso de cabezas del 447,13 g, esto se manifestó por la mayor dosis de roca fosfórica aplicada junto con el humus de



lombriz que ayudó a la mineralización del nitrógeno y además por ser de rápida asimilación por la planta.

7.6. Referente a la enfermedad que atacó al cultivo se puede inferir que la roca fosfórica influyó bastante en la resistencia a la enfermedad de tizón foliar (*Alternaria brassicicola*), ya que en mayor parte se vio afectado el T2 (4000 kg/ha de humus) con 40,90 % de hojas afectadas.

7.7. El T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 33.09 %, fue el que presentó mayor rentabilidad, indicando que fue menor la inversión en costos de producción.



## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. La utilización de roca fosfórica y humus de lombriz en dosis de 500 y 4000 kg/ha respectivamente en suelos ácidos es muy importante ya que por medio de éstas nuevas propuestas se logrará mejorar la calidad de los suelos y aprovechar aquellos suelos que no se encuentren aptos para la siembra de cultivos innovadores en la Región San Martín, así como los costos bajos de producción.
- 8.2. Realizar un seguimiento diario del cultivo para evitar enfermedades y plagas que puedan perjudicar más adelante la producción, para esto se debe tener en cuenta un plan de prevención del cultivo, mediante una evaluación de severidad e incidencia representada por grados donde se pueda observar el avance de la enfermedad.
- 8.3. Para obtener una rentabilidad de acuerdo al propósito que busca el productor es necesario una aplicación de 500 kg/ha de roca fosfórica con 4000 kg/ha de humus de lombriz, ya que las dosis de 1000, 1500, 2000 y 2500 kg/ha de roca fosfórica presentaron un rendimiento satisfactorio pero los costos de producción se incrementaron por las dosis elevadas.
- 8.4. Seguir realizando trabajos de investigación con diferentes técnicas o insumos como los abonos o fertilizantes orgánicos que se encuentran al alcance del productor los cuales tengan bajos costos de producción, para así aumentar los rendimientos del cultivo, generar mano de obra y mayores ingresos económicos para la Región.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIRRE, G. 1996. Evaluación de fuentes de fósforo en el rendimiento de la papa con énfasis en roca fosfatada y fuentes orgánicas. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Agronomía. Lima – Perú.
2. ALJARO, A. 2008. Cultivo de las brásicas. INIA. La Platina, Chile.
3. ALT, D. H. Ladebusch. and O. Melzer. 1999. Long term trial with increasing increasing amounts of phosphorus, potassium and magnesium applied to vegetable crops. Acta Horticulture. 506: 29-36.
4. AÑEZ, B. y W. ESPINOZA. 2001. Respuestas de la lechuga y del repollo a la fertilización química y orgánica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.). Universidad de Los Andes, Apdo. 77 (La Hechicera). Mérida, Código Postal 5101, Venezuela. 2001. 10 p.
5. AÑEZ, B., y E. TAVIRA. (1986-1988). Efectos de la fertilización química y orgánica en los rendimientos del repollo. Agricultura Andina, 3:57-81.
6. BEAR, F. 1963. Suelos y Fertilizantes. 3era Edición. Ediciones Omega S.A, Barcelona. 458 p.
7. BENITES, J. 1981. Suelos de la Amazonia Peruana. Su potencial de uso y de desarrollo. INIPA, North Carolina State University. Separata N° 09. Yurimaguas-Perú. 11p.

8. BERTSCH, F. 1986. "Manual para interpretar la fertilidad de los suelos Costa Rica. San José. Universidad de Costa Rica.
9. BOLAÑOS, A. 1998. CATIE. Introducción a la olericultura. 1era edición. San José – Costa Rica
10. CAMPBELL, L. 1990. Introducción a la epidemiología de enfermedades de plantas. North Carolina State University.
11. CASSERES, E. 1981. Producción de hortalizas. IICA. San José – Costa Rica. 387 p.
12. CASTAÑOS, C. M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Universidad Autónoma de Chapingo. 1era edición. México.
13. CHAPPA, C. MONCADA, M. 1992. Evaluación preliminar de fuentes y niveles de fósforo para el cultivo de maíz en un suelo ácido de la Banda de Shilcayo. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias UNSM – Tarapoto, Perú. 101p.
14. ENCI, 1980. Manual de fertilizantes. Lima – Perú. 104p.
15. FUENTES, F. 2003. Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Cultivo del Repollo. Guía Técnica N° 16. El Salvador.
16. FUENTES, V. 1987. La crianza de la lombriz roja. Madrid - España.
17. FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO (FDA). 1993. Cultivo del Repollo. Boletín N° 18. Santo Domingo-República Dominicana.

18. GÁLVEZ, J. N. 2008. "Efecto de la roca fosfórica, incubada en solución de microorganismos eficaces en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Lima – Perú.
19. GIACONI, V. 1998. Cultivo de hortalizas. Santiago. Editorial Universitaria. 336 pág.
20. GIACONI, V. 2004. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 254p.
21. GOMERO, L. 1991. Agroquímicos. Problemática Nacional y Política. Alternativas. J.R. Ediciones. Lima-Perú.
22. JAKSE, M. and R. Mihelic. 1999. The influence of organic and mineral fertilisation vegetable growth and N availability in soil: Preliminary results. Acta Horticulture. 506: 69-75.
23. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica.
24. MINERO PERÚ, 1987. Características químicas y de solubilidad del Fosbayovar. Lima, Perú. 18p.
25. MONTENEGRO, A. 1991. Efecto de Diferentes Niveles de Fertilizantes N-P-K en Repollo. Santiago – Chile. 10 p.

26. MORILLO, A. 2007. Roca fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin encalado. Bioagro. 28 p.
27. NOVAK, A. 1990. La lombriz de tierra. Curso básico de Lombricultura. Ciencia y Tecnología. Lima-Perú.
28. OCETE, R. 2002. Incidencia de plagas y enfermedades. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla-Sevilla. 17 p.
29. PLETSCH, R. 2006. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. El Cultivo del Repollo. Ediciones INTA. Republica Dominicana. 9 p.
30. RÍOS, B. Y SÁNCHEZ, M. 1993. Manual de Lombricultura en el Trópico Húmedo. Gráfica S.A. Iquitos, Perú.
31. SÁNCHEZ, P. A. 1976. "Properties and management of soil in the tropics Jhonwiley and sons. New York – USA.
32. SANCHEZ, P. y BENITES, J. 1983. Opciones tecnológicas para el manejo racional de suelos en la selva peruana. INIPA, North Carolina State University. Programa de suelos tropicales. Separata N° 06. Yurimaguas-Perú. 68p.
33. SÁNCHEZ, P. A. SALINAS, J. G. 1976. "Suelos ácidos estrategias para su manejo en bajos insumos en América Tropical". Bogotá – Colombia.
34. STEWARD, C. 1963. Plant Physiology. 1era. Edición. N.Y. USA. Editorial Academic Press. 28, 29p.



35. THOMPSON, L. 1962. El suelo y su fertilidad. Editorial Reverte S.A. Barcelona, Buenos Aires. México. 213p.
36. VITORINO, F. B. 1994. Lombricultura práctica. Kayra. Cusco-Perú.

**LINKOGRAFÍAS VISITADAS**

37. [www.agroseguridad.com.pe](http://www.agroseguridad.com.pe), visitada el 04 de Junio del 2012



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Respuesta a la aplicación de cinco dosis de roca fosfórica y humus de lombriz en el cultivo de Repollo (*Brassica oleracea* L.) en suelos ácidos del fundo Aucasoma de la UNSM – Lamas”, tuvo como objetivo evaluar las respuestas fenológicas, morfológicas y el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) variedad corazón de buey, con respecto a la aplicación de Roca Fosfórica en suelos ácidos, teniendo como lugar de ejecución el Fundo Aucasoma de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el caserío de Aucasoma a 15 km de Tarapoto, en el distrito de San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas y región San Martín; para lo cual se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que estuvo conformado por 4 bloques y 7 tratamientos, estando distribuidos por T1 (Testigo), T2 (4000 kg/ha de Humus), T3 (500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha de Humus), T4 (1000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha de Humus), T5 (1500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha de Humus), T6 (2000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha de Humus) y T7 (2500 kg/ha R.F + 4000 kg/ha de Humus).

Las conclusiones más relevantes fueron: el T5 (1500 kg/ha de R.F+ 4000 kg/ha/humus) presentó mayor altura de planta con 31,63 cm; El mayor número de hojas que alcanzaron las plantas durante el periodo vegetativo del cultivo fue el T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) y T4 (1000 kg/ha R.F + 4000 kg/ha/humus) con 13,25 y 12,85 hojas en promedio respectivamente; el mayor diámetro de cabezas fueron alcanzados por los tratamientos T5 (1500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus), T6 (2000 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus) y T3 (500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha/humus)

con 34,45; 33,70; 33,48 y 32,55 cm respectivamente; el mayor rendimiento lo obtuvo el T7 (2500 kg/ha de R.F + 4000 kg/ha de Humus) con 18,63 t/ha.

Palabras clave: Número de hojas, diámetro de la cabeza, Roca fosfórica.



## SUMMARY

This research paper entitled "Response to the application of five doses of phosphate rock and humus in the cultivation of cabbage (*Brassica oleracea* L.) In acid soils of the farm aocaloma UNSM - Lamas", aimed to assess the phenological responses, morphological and crop yield of cabbage (*Brassica oleracea* L.) variety ox heart, regarding the application of phosphate rock in acid soils, with the place of performance of the Fundo Aocaloma National University of San Martin - Tarapoto, located in the hamlet of Aocaloma 15 km from Tarapoto, in the district of San Roque de Cumbaza, Lamas province and region of San Martin, which was used to design a randomized complete block (RCBD), which consisted for 4 blocks and 7 treatments, being distributed by T1 (control), T2 (4000 kg / ha of humus), T3 (500 kg / ha RF + 4000 kg / ha of humus), T4 (1000 kg / ha RF + 4000 kg / ha of Humus), T5 (1500 kg / ha RF + 4000 kg / ha of Humus), T6 (2000 kg / ha RF + 4000 kg / ha of Humus) and T7 (2500 kg / ha + 4000 RF kg / has Humus).

The most important conclusions were the T5 (1500 kg / ha of R.F + 4000 kg / ha / humus) showed higher plant height of 31.63 cm, with the largest number of leaves reaching the plants during the growing period of the crop was the T5 (1500 kg / ha of RF + 4000 kg / ha / humus) and T4 (1000 kg / ha RF + 4000 kg / ha / humus) with 13.25 and 12.85 respectively leaves on average, with the largest diameter heads were hit by the treatments T5 (1500 kg / ha of RF + 4000 kg / ha / humus), T7 (2500 kg / ha of RF + 4000 kg / ha / humus), T6 (2000 kg / ha of RF + 4000 kg / ha / humus) and T3 (500 kg / ha of RF + 4000 kg / ha / humus) with 34.45, 33.70,

33.48 and 32.55 cm respectively, the highest yield was obtained by the T7 (2500 kg / ha of RF + 4000 kg / ha of Humus) with 18.63 t / ha.

Keywords: leaf number, head diameter, phosphate rock



**Anexo 1:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey - T1 (Testigo)

	N° de Jorn.	Hrs/ Máq.	kg	t	Litros	Unid.	VALOR UNIT. S/.	VALOR TOTAL S/.
A. COSTOS DIRECTOS								
<b>1. Almacigo</b>								
Limpieza y preparación de camas	5						20.00	100.00
Siembra	1						20.00	20.00
Riegos	6						20.00	120.00
Control fitosanitario (2 veces)	2						20.00	40.00
Cuidados en almacigo	2						20.00	40.00
<b>2. Preparación de suelo</b>								
Limpieza de terreno	25						20.00	500.00
Máquina		3					120.00	360.00
<b>3. Trasplante</b>								
Trasplante	15						20.00	300.00
Replante	3						20.00	60.00
<b>4. Labores culturales</b>								
Aplicación de humus y R. F	0						20.00	0.00
Riegos	15						20.00	300.00
Control de malezas (3 veces)	60						20.00	1200.00
Control fitosanitario (4 veces)	8						20.00	160.00
<b>5. Herramientas/materiales</b>								
Machete						4	10.00	40.00
Palana						3	25.00	75.00
Costales						120	0.80	96.00
Cascarilla de arroz						2	1.00	2.00
<b>6. Insumos</b>								
Semillas			0.5				60.00	30.00
Roca Fosfórica de Bayovar				0			700.00	0.00
Humus				0			400.00	0.00
Insecticidas (Caporal)					2		80.00	160.00
Insecticidas (Tifón)			5				7.00	35.00
Fungicida (Clortosip)					4		90.00	360.00
<b>7. Equipos</b>								
Alquiler de fumigadora		10					3.00	30.00
Balanza						1	40.00	40.00
<b>8. Análisis de suelo</b>						1	70.00	70.00
<b>9. Cosecha</b>	20						20.00	400.00
<b>10. Transporte de Roca Fosfórica</b>				0			20.00	0.00
<b>11. Transporte de Humus</b>				0			20.00	0.00
<b>12. Transporte del producto</b>				9			20.00	180.00
Total Costo Directo								4438.00
B. COSTOS INDIRECTOS								
Gastos Administrativos 8% C.D.								355.04
Gastos Financieros 24%								1065.12
COSTO TOTAL								5858.16



**Anexo 2:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T2 (humus 4 t/ha)

12 (Hornos + vna)								
ACTIVIDADES	N° de Jorn.	Hrs/ Máq.	kg	t	Litros	Unid.	VALOR UNITARIO S/.	VALOR TOTAL S/.
A. COSTOS DIRECTOS								
<b>1. Almacigo</b>								
Limpieza de camas	3						20.00	60.00
Preparación de cama	3						20.00	60.00
Siembra	1						20.00	20.00
Riegos	6						20.00	120.00
Control fitosanitario (2 veces)	2						20.00	40.00
Cuidados en almacigo	2						20.00	40.00
<b>2. Preparación de suelo</b>								
Limpieza de terreno	25						20.00	500.00
Máquina		3					120.00	360.00
<b>3. Trasplante</b>								
Trasplante	15						20.00	300.00
Replante	3						20.00	60.00
<b>4. Labores culturales</b>								
Aplicación de humus y R.F	10						20.00	200.00
Riegos	15						20.00	300.00
Control de malezas (3 veces)	60						20.00	1200.00
Control fitosanitario (4 veces)	8						20.00	160.00
<b>5. Herramientas/materiales</b>								
Machete						4	10.00	40.00
Palana						3	25.00	75.00
Costales						120	0.80	96.00
Cascarilla de arroz						2	1.00	2.00
<b>6. Insumos</b>								
Semillas			0.5				60.00	30.00
Roca Fosfórica de Bayovar				0			700.00	0.00
Humus				4			400.00	1600.00
Insecticidas (Caporal)					2		80.00	160.00
Insecticidas (Tifón)			5				7.00	35.00
Fungicida (Clortosip)					4		90.00	360.00
<b>7. Equipos</b>								
Alquiler de fumigadora		10					3.00	30.00
Balanza						1	40.00	40.00
<b>8. Análisis de suelo</b>						1	70.00	70.00
<b>9. Cosecha</b>	20						20.00	400.00
<b>10. Transporte de Roca Fosfórica</b>				0			20.00	0.00
<b>11. Transporte de Humus</b>				4			20.00	80.00
<b>12. Transporte del producto</b>				10			20.00	200.00
Total Costo Directo								6378.00
B. COSTOS INDIRECTOS								
Gastos Administrativos 8% C.D.								510.24
Gastos Financieros 24%								1530.72
COSTO TOTAL								8418.96

**Anexo 3:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T3 (0,5 t/ha R.F+ 4 t/ha humus)

[illegible]

**Anexo 4:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T4 (1 t/ha R.F + 4 t/ha humus)

[illegible]

**Anexo 5:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T5 (1,5 t/ha R.F + 4 t/ha humus)

[illegible]

**Anexo 6:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T6 (2 t/ha R.F + 4 t/ha humus)

[illegible]

**Anexo 7:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T7 (2,5 t/ha R.F + 4 t/ha humus)

[illegible]



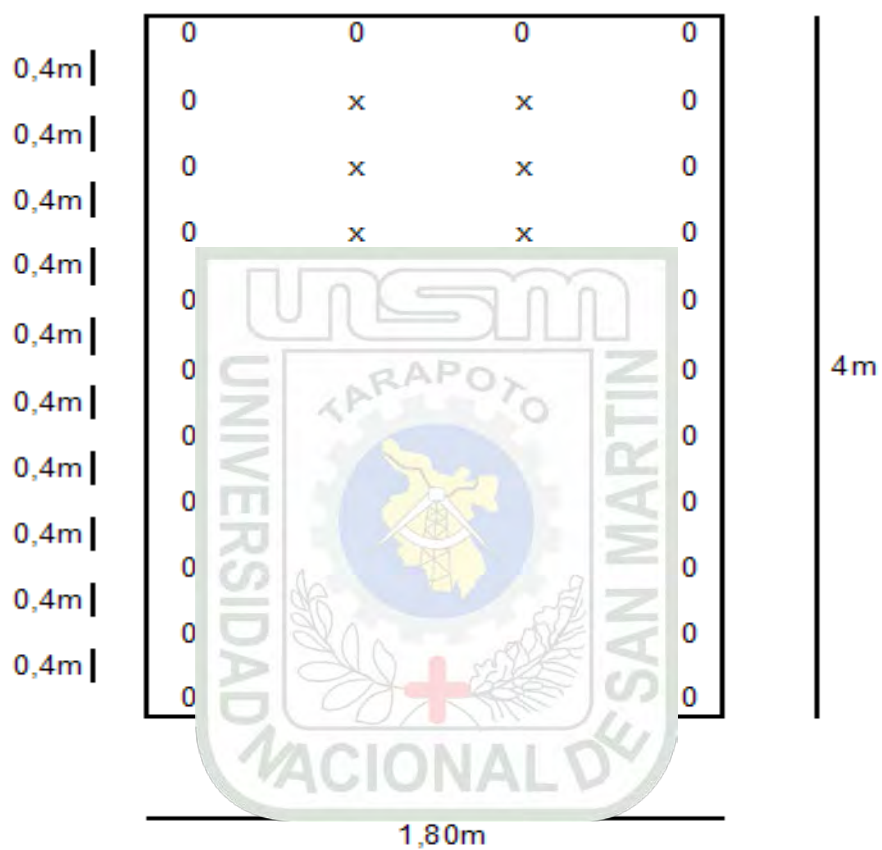
# ANEXOS



### Anexo 8: Croquis del campo experimental



## Anexo 9: Croquis de la parcela experimental



Leyenda:

- 0 : Plantas de borde
- x : Plantas a evaluar